

被災宅地災害復旧技術マニュアル

～熊本地震対応～

【参考資料編】

平成29年3月

国土交通省
熊本県
熊本市

- 目 次 -

【法律・基準類】

参考資料 - 1	建築基準法令集(抄) -----	1
参考資料 - 2	宅地造成等規制法(抜粋) -----	11
参考資料 - 3	宅地造成等規制法施行令(抜粋) -----	17
参考資料 - 4	住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準 -----	28

【事業制度、等】

参考資料 - 5	復旧工事への補助や支援 -----	33
参考資料 - 6	相談窓口 -----	37

【擁壁関連】

参考資料 - 7	宅地擁壁工法の選定フロー -----	39
参考資料 - 8	復旧工法要領シート -----	49
参考資料 - 9	宅地擁壁復旧対策工法の事例 -----	65
参考資料 - 10	擁壁工法の設計時に照査すべき検討事項 -----	85
参考資料 - 11	宅地造成等規制法施行令第 14 条に基づく認定擁壁一覧表 (大臣認定擁壁) -----	88

【宅地地盤・建屋】

参考資料 - 12	地盤調査 -----	94
参考資料 - 13	住宅がある場合の宅地地盤変状調査・検討手順 -----	163
参考資料 - 14	不同沈下対策工 -----	168
参考資料 - 15	住宅建屋の基礎沈下傾斜修復工法 -----	174
参考資料 - 16	再度液状化対策工法 -----	225

参考資料- 1

建築基準法令集（抄）

建築基準法 令

(昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号)
最終改正：平成 28 年 6 月 7 日法律第 72 号

(敷地の衛生及び安全)

第 19 条 建築物の敷地は、これに接する道の境より高くなければならず、建築物の地盤面は、これに接する周囲の土地より高くなければならない。ただし、敷地内の排水に支障がない場合又は建築物の用途により防湿の必要がない場合においては、この限りでない。

- 2 湿潤な土地、出水のおそれの多い土地又はごみその他これに類する物で埋め立てられた土地に建築物を建築する場合においては、盛土、地盤の改良その他衛生上又は安全上必要な措置を講じなければならない。
- 3 建築物の敷地には、雨水及び汚水を排出し、又は処理するための適当な下水管、下水溝又はためますその他これらに類する施設をしなければならない。
- 4 建築物ががけ崩れ等による被害を受けるおそれのある場合においては、擁壁の設置その他安全上適当な措置を講じなければならない。

(構造耐力)

第 20 条 建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準に適合するものでなければならない。

- 一 高さが六十メートルを超える建築物 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合するものであること。この場合において、その構造方法は、荷重及び外力によつて建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握することその他の政令で定める基準に従つた構造計算によつて安全性が確かめられたものとして国土交通大臣の認定を受けたものであること。
 - 二 高さが六十メートル以下の建築物のうち、第六条第一項第二号に掲げる建築物（高さが十三メートル又は軒の高さが九メートルを超えるものに限る。）又は同項第三号に掲げる建築物（地階を除く階数が四以上である鉄骨造の建築物、高さが二十メートルを超える鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物その他これらの建築物に準ずるものとして政令で定める建築物に限る。） 次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。
 - イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、地震力によつて建築物の地上部分の各階に生ずる水平方向の変形を把握することその他の政令で定める基準に従つた構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによつて確かめられる安全性を有すること。
 - ロ 前号に定める基準に適合すること。
 - 三 高さが六十メートル以下の建築物のうち、第 6 条第 1 項第 2 号又は第 3 号に掲げる建築物その他その主要構造部（床、屋根及び階段を除く。）を石造、れんが造、コンクリートブロック造、無筋コンクリート造その他これらに類する構造とした建築物で高さが 13 メートル又は軒の高さが 9 メートルを超えるもの（前号に掲げる建築物を除く。） 次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。
 - イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、構造耐力上主要な部分ごとに応力度が許容応力度を超えないことを確かめることその他の政令で定める基準に従つた構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによつて確かめられる安全性を有すること。
 - ロ 前 2 号に定める基準のいずれかに適合すること。
 - 四 前 3 号に掲げる建築物以外の建築物 次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。
 - イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。
 - ロ 前 3 号に定める基準のいずれかに適合すること。
- 2 前項に規定する基準の適用上一の建築物であつても別の建築物とみなすことができる部分として政令で定める部分が 2 以上ある建築物の当該建築物の部分、同項の規定の適用については、それぞれ別の建築物と

みなす。

(建築材料の品質)

第37条 建築物の基礎、主要構造部その他安全上、防火上又は衛生上重要である政令で定める部分に使用する木材、鋼材、コンクリートその他の建築材料として国土交通大臣が定めるもの（以下この条において「指定建築材料」という。）は、次の各号の一に該当するものでなければならない。

- 一 その品質が、指定建築材料ごとに国土交通大臣の指定する日本工業規格又は日本農林規格に適合するもの
- 二 前号に掲げるもののほか、指定建築材料ごとに国土交通大臣が定める安全上、防火上又は衛生上必要な品質に関する技術的基準に適合するものであることについて国土交通大臣の認定を受けたもの

(工作物への準用)

第88条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で政令で指定するもの及び昇降機、ウォーターシュート、飛行塔その他これらに類する工作物で政令で指定するもの（以下この項において「昇降機等」という。）については、第三条、第六条（第三項、第五項及び第六項を除くものとし、第一項及び第四項は、昇降機等については第一項第一号から第三号までの建築物に係る部分、その他のものについては同項第四号の建築物に係る部分に限る。）、第六条の二（第三項を除く。）、第六条の四（第一項第一号及び第二号の建築物に係る部分に限る。）、第七条から第七条の四まで、第七条の五（第六条の四第一項第一号及び第二号の建築物に係る部分に限る。）、第八条から第十一条まで、第十二条第五項（第三号を除く。）及び第六項から第九項まで、第十三条、第十五条の二、第十八条（第四項から第十三項まで及び第二十四項を除く。）、第二十条、第二十八条の二（同条各号に掲げる基準のうち政令で定めるものに係る部分に限る。）、第三十二条、第三十三条、第三十四条第一項、第三十六条（避雷設備及び昇降機に係る部分に限る。）、第三十七条、第三十八条、第四十条、第三章の二（第六十八条の二十第二項については、同項に規定する建築物以外の認証型式部材等に係る部分に限る。）、第八十六条の七第一項（第二十八条の二（第八十六条の七第一項の政令で定める基準に係る部分に限る。）に係る部分に限る。）、第八十六条の七第二項（第二十条に係る部分に限る。）、第八十六条の七第三項（第三十二条、第三十四条第一項及び第三十六条（昇降機に係る部分に限る。）に係る部分に限る。）、前条、次条並びに第九十条の規定を、昇降機等については、第七条の六、第十二条第一項から第四項まで、第十二条の二、第十二条の三及び第十八条第二十四項の規定を準用する。この場合において、第二十条第一項中「次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準」とあるのは、「政令で定める技術的基準」と読み替えるものとする。

(以下、略)

(構造設計の原則)

- 第 3 6 条の 3 建築物の構造設計に当たっては、その用途、規模及び構造の種別並びに土地の状況に応じて柱、はり、床、壁等を有効に配置して、建築物全体が、これに作用する自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して、一様に構造耐力上安全であるようにすべきものとする。
- 2 構造耐力上主要な部分は、建築物に作用する水平力に耐えるように、釣合い良く配置すべきものとする。
 - 3 建築物の構造耐力上主要な部分には、使用上の支障となる変形又は振動が生じないような剛性及び瞬間的破壊が生じないような靱性をもたすべきものとする。

第二節 構造部材等

(構造部材の耐久)

- 第 3 7 条 構造耐力上主要な部分で特に腐食、腐朽又は摩損のおそれのあるものには、腐食、腐朽若しくは摩損しにくい材料又は有効なさび止め、防腐若しくは摩損防止のための措置をした材料を使用しなければならない。

(基礎)

- 第 3 8 条 建築物の基礎は、建築物に作用する荷重及び外力を安全に地盤に伝え、かつ、地盤の沈下又は変形に対して構造耐力上安全なものとしなければならない。
- 2 建築物には、異なる構造方法による基礎を併用してはならない。
 - 3 建築物の基礎の構造は、建築物の構造、形態及び地盤の状況を考慮して国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。この場合において、高さ十三メートル又は延べ面積三千平方メートルを超える建築物で、当該建築物に作用する荷重が最下階の床面積一平方メートルにつき百キロニュートンを超えるものにあつては、基礎の底部（基礎ぐいを使用する場合にあつては、当該基礎ぐいの先端）を良好な地盤に達することとしなければならない。
 - 4 前二項の規定は、建築物の基礎について国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、適用しない。
 - 5 打撃、圧力又は振動により設けられる基礎ぐいは、それを設ける際に作用する打撃力その他の外力に対して構造耐力上安全なものでなければならない。
 - 6 建築物の基礎に木ぐいを使用する場合には、その木ぐいは、平家建の木造の建築物に使用する場合を除き、常水面下にあるようにしなければならない。

(屋根ふき材等)

- 第 3 9 条 屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものは、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならない。
- 2 屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造は、構造耐力上安全なものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。
 - 3 特定天井（脱落によつて重大な危害を生ずるおそれがあるものとして国土交通大臣が定める天井をいう。以下同じ。）の構造は、構造耐力上安全なものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならない。
 - 4 特定天井で特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれのあるものには、腐食、腐朽その他の劣化しにくい材料又は有効なさび止め、防腐その他の劣化防止のための措置をした材料を使用しなければならない。

(適用の範囲)

- 第 5 1 条 この節の規定は、れんが造、石造、コンクリートブロック造その他の組積造（補強コンクリートブロック造を除く。以下この項及び第四項において同じ。）の建築物又は組積造と木造その他の構造とを併用す

る建築物の組積造の構造部分に適用する。ただし、高さ十三メートル以下であり、かつ、軒の高さが九メートル以下の建築物の部分で、鉄筋、鉄骨又は鉄筋コンクリートによって補強され、かつ、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられたものについては、適用しない。

- 2 高さが四メートル以下で、かつ、延べ面積が二十平方メートル以内の建築物については、この節の規定中第五十五条第二項及び第五十六条の規定は、適用しない。
- 3 構造耐力上主要な部分でない間仕切壁で高さが二メートル以下のものについては、この節の規定中第五十二条及び第五十五条第五項の規定に限り適用する。
- 4 れんが造、石造、コンクリートブロック造その他の組積造の建築物（高さ十三メートル又は軒の高さが九メートルを超えるものに限る。）又は組積造と木造その他の構造とを併用する建築物（高さ十三メートル又は軒の高さが九メートルを超えるものに限る。）については、この節の規定中第五十九条の二に限り適用する。

（組積造の施工）

第52条 組積造に使用するれんが、石、コンクリートブロックその他の組積材は、組積するに当たつて充分に水洗いをしなければならない。

- 2 組積材は、その目地塗面の全部にモルタルが行きわたるように組積しなければならない。
- 3 前項のモルタルは、セメントモルタルでセメントと砂との容積比が一对三のもの若しくはこれと同等以上の強度を有するもの又は石灰入りセメントモルタルでセメントと石灰と砂との容積比が一对二对五のもの若しくはこれと同等以上の強度を有するものとしなければならない。
- 4 組積材は、芋目地ができないように組積しなければならない。

（構造耐力上主要な部分等のささえ）

第62条 組積造である構造耐力上主要な部分又は構造耐力上主要な部分でない組積造の壁で高さが二メートルをこえるものは、木造の構造部分でささえてはならない。

（適用の範囲）

第71条 この節の規定は、鉄筋コンクリート造の建築物又は鉄筋コンクリート造と鉄骨造その他の構造とを併用する建築物の鉄筋コンクリート造の構造部分に適用する。

2 高さが四メートル以下で、かつ、延べ面積が三十平方メートル以内の建築物又は高さが三メートル以下のへいについては、この節の規定中第七十二条、第七十五条及び第七十九条の規定に限り適用する。

（コンクリートの材料）

第72条 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの材料は、次の各号に定めるところによらなければならない。

- 一 骨材、水及び混和材料は、鉄筋をさびさせ、又はコンクリートの凝結及び硬化を妨げるような酸、塩、有機物又は泥土を含まないこと。
- 二 骨材は、鉄筋相互間及び鉄筋とせき板との間を容易に通る大きさであること。
- 三 骨材は、適切な粒度及び粒形のもので、かつ、当該コンクリートに必要な強度、耐久性及び耐火性が得られるものであること。

（鉄筋の継手及び定着）

第73条 鉄筋の末端は、かぎ状に折り曲げて、コンクリートから抜け出ないように定着しなければならない。ただし、次の各号に掲げる部分以外の部分に使用する異形鉄筋にあつては、その末端を折り曲げないことができる。

- 一 柱及びはり（基礎ばりを除く。）の出すみ部分
- 二 煙突
- 2 主筋又は耐力壁の鉄筋（以下この項において「主筋等」という。）の継手の重ね長さは、継手を構造部材における引張力の最も小さい部分に設ける場合にあつては、主筋等の径（径の異なる主筋等をつなぐ場合にあつては、細い主筋等の径。以下この条において同じ。）の二十五倍以上とし、継手を引張り力の最も小さい部

分以外の部分に設ける場合にあつては、主筋等の径の四十倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる継手にあつては、この限りでない。

- 3 柱に取り付けるはりの引張り鉄筋は、柱の主筋に溶接する場合を除き、柱に定着される部分の長さをその径の四十倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。
- 4 軽量骨材を使用する鉄筋コンクリート造について前二項の規定を適用する場合には、これらの項中「二十五倍」とあるのは「三十倍」と、「四十倍」とあるのは「五十倍」とする。

(コンクリートの強度)

第74条 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの強度は、次に定めるものでなければならない。

- 一 四週圧縮強度は、一平方ミリメートルにつき十二ニュートン（軽量骨材を使用する場合には、九ニュートン）以上であること。
- 二 設計基準強度（設計に際し採用する圧縮強度をいう。以下同じ。）との関係において国土交通大臣が安全上必要であると認めて定める基準に適合するものであること。
- 2 前項に規定するコンクリートの強度を求める場合においては、国土交通大臣が指定する強度試験によらなければならない。
- 3 コンクリートは、打上りが均質で密実になり、かつ、必要な強度が得られるようにその調合を定めなければならない。

(コンクリートの養生)

第75条 コンクリート打込み中及び打込み後五日間は、コンクリートの温度が二度を下らないようにし、かつ、乾燥、震動等によつてコンクリートの凝結及び硬化が妨げられないように養生しなければならない。ただし、コンクリートの凝結及び硬化を促進するための特別の措置を講ずる場合においては、この限りでない。

(鉄筋のかぶり厚さ)

- 第79条** 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、耐力壁以外の壁又は床にあつては二センチメートル以上、耐力壁、柱又ははりにあつては三センチメートル以上、直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り部分にあつては四センチメートル以上、基礎（布基礎の立上り部分を除く。）にあつては捨コンクリートの部分を除いて六センチメートル以上としなければならない。
- 2 前項の規定は、水、空気、酸又は塩による鉄筋の腐食を防止し、かつ、鉄筋とコンクリートとを有効に付着させることにより、同項に規定するかぶり厚さとした場合と同等以上の耐久性及び強度を有するものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる部材及び国土交通大臣の認定を受けた部材については、適用しない。

第七節 無筋コンクリート造

(無筋コンクリート造に対する第四節及び第六節の規定の準用)

第80条 無筋コンクリート造の建築物又は無筋コンクリート造とその他の構造とを併用する建築物の無筋コンクリート造の構造部分については、この章の第四節（第五十二条を除く。）の規定並びに第七十一条（第七十九条に関する部分を除く。）、第七十二条及び第七十四条から第七十六条までの規定を準用する。

(構造方法に関する補則)

第80条の2 第三節から前節までに定めるもののほか、国土交通大臣が、次の各号に掲げる建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関し、安全上必要な技術的基準を定めた場合においては、それらの建築物又は建築物の構造部分は、その技術的基準に従つた構造としなければならない。

- 一 木造、組積造、補強コンクリートブロック造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の建築物又は建築物の構造部分で、特殊の構造方法によるもの
- 二 木造、組積造、補強コンクリートブロック造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造及び無筋コンクリート造以外の建築物又は建築物の構造部分

(鋼材等)

第90条 鋼材等の許容応力度は、次の表1又は表2の数値によらなければならない

表1

種類	許容応力度		長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)				短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)			
			圧縮	引張り	曲げ	せん断	圧縮	引張り	曲げ	せん断
炭素鋼	構造用鋼材		$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div (1.5\sqrt{3})$	長期に生ずる力に対する圧縮、引張り、曲げ又はせん断の許容応力度のそれぞれの数値の1.5倍とする。			
	ボルト	黒皮	—	$F \div 1.5$	—	—				
		仕上げ	—	$F \div 1.5$	—	$F \div 2$ (Fが240を超えるボルトについて、国土交通大臣がこれと異なる数値を定めた場合は、その定めた数値)				
	構造用ケーブル		—	$F \div 1.5$	—	—				
	リベット鋼		—	$F \div 1.5$	—	$F \div 2$				
	鋳鋼		$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div (1.5\sqrt{3})$				
ステンレス鋼	構造用鋼材		$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div (1.5\sqrt{3})$				
	ボルト		—	$F \div 1.5$	—	$F \div (1.5\sqrt{3})$				
	構造用ケーブル		—	$F \div 1.5$	—	—				
	鋳鋼		$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	$F \div (1.5\sqrt{3})$				
鋳鉄		$F \div 1.5$	—	—	—					

この表において、Fは、鋼材等の種類及び品質に応じて国土交通大臣が定める基準強度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン) を表すものとする。

表2

種類	許容応力度	長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)			短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)		
		圧縮	引張り		圧縮	引張り	
			せん断補強以外に用いる場合	せん断補強に用いる場合		せん断補強以外に用いる場合	せん断補強に用いる場合
丸鋼		$F \div 1.5$ (当該数値が155を超える場合には、155)	$F \div 1.5$ (当該数値が155を超える場合には、155)	$F \div 1.5$ (当該数値が195を超える場合には、195)	F	F	F (当該数値が295を超える場合には、295)
異形鉄筋	径28ミリメートル以下のもの	$F \div 1.5$ (当該数値が215を超える場合には、215)	$F \div 1.5$ (当該数値が215を超える場合には、215)	$F \div 1.5$ (当該数値が195を超える場合には、195)	F	F	F (当該数値が390を超える場合には、390)
	径28ミリメートルを超えるもの	$F \div 1.5$ (当該数値が195を超える場合には、195)	$F \div 1.5$ (当該数値が195を超える場合には、195)	$F \div 1.5$ (当該数値が195を超える場合には、195)	F	F	F (当該数値が390を超える場合には、390)
鉄線の径が4ミリメートル以上の溶接金網		—	$F \div 1.5$	$F \div 1.5$	—	F (ただし、床版に用いる場合に限る。)	F

この表において、Fは、表1に規定する基準強度を表すものとする。

(コンクリート)

第91条 コンクリートの許容応力度は、次の表の数値によらなければならない。ただし、異形鉄筋を用いた付着について、国土交通大臣が異形鉄筋の種類及び品質に応じて別に数値を定めた場合は、当該数値によることができる。

長期に生ずる力に対する許容応力度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）				短期に生ずる力に対する許容応力度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）			
圧縮	引張り	せん断	付着	圧縮	引張り	せん断	付着
$F \div 3$	$F \div 30$ (Fが21を超えるコンクリートについて、国土交通大臣がこれと異なる数値を定めた場合は、その定めた数値)		0.7 (軽量骨材を使用するものにあつては、0.6)	長期に生ずる力に対する圧縮、引張り、せん断又は付着の許容応力度のそれぞれの数値の2倍 (Fが21を超えるコンクリートの引張り及びせん断について、国土交通大臣がこれと異なる数値を定めた場合は、その定めた数値) とする。			
この表において、Fは、設計基準強度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）を表すものとする。							

2 特定行政庁がその地方の気候、骨材の性状等に応じて規則で設計基準強度の上限の数値を定めた場合において、設計基準強度が、その数値を超えるとときは、前項の表の適用に関しては、その数値を設計基準強度とする。

(地盤及び基礎ぐい)

第93条 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力は、国土交通大臣が定める方法によつて、地盤調査を行い、その結果に基づいて定めなければならない。ただし、次の表に掲げる地盤の許容応力度については、地盤の種類に応じて、それぞれ次の表の数値によることができる。

地盤	長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方メートルにつきキロニュートン)	短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方メートルにつきキロニュートン)
岩盤	1,000	長期に生ずる力に対する許容応力度のそれぞれの数値の二倍とする。
固結した砂	500	
土丹盤	300	
密実な礫層	300	
密実な砂質地盤	200	
砂質地盤 (地震時に液化のおそれのないものに限る。)	50	
堅い粘土質地盤	100	
粘土質地盤	20	
堅いローム層	100	
ローム層	50	

(工作物の指定)

第138条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法第八十八条第一項の規定により政令で指定するものは、次に掲げるもの（鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものその他の法令の規定により法及びこれに基づく命令の規定による規制と同等の規制を受けるものとして国土交通大臣が指定するものを除く。）とする。

- 一 高さが六メートルを超える煙突（支枠及び支線がある場合においては、これらを含み、ストーブの煙突を除く。）
- 二 高さが十五メートルを超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他これらに類するもの（旗ざおを除く。）
- 三 高さが四メートルを超える広告塔、広告板、装飾塔、記念塔その他これらに類するもの
- 四 高さが八メートルを超える高架水槽、サイロ、物見塔その他これらに類するもの
- 五 高さが二メートルを超える擁壁

2 (略)

（煙突及び煙突の支線）

第139条 第三百三十八条第一項に規定する工作物のうち同項第一号に掲げる煙突（以下この条において単に「煙突」という。）に関する法第八十八条第一項において読み替えて準用する法第二十条第一項の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

（略）

- 2 煙突については、第百十五条第一項第六号及び第七号、第五章の四第三節並びに第七章の八の規定を準用する。
- 3 第一項第三号又は第四号ロの規定により国土交通大臣の認定を受けた構造方法を用いる煙突については、前項に規定するもののほか、耐久性等関係規定（第三十六条、第三十六条の二、第三十九条第四項、第四十一条、第四十九条、第七十条及び第七十六条（第七十九条の四及び第八十条において準用する場合を含む。）の規定を除く。）を準用する。
- 4 前項に規定する煙突以外の煙突については、第二項に規定するもののほか、第三十六条の三、第三十七条、第三十八条、第三十九条第一項及び第二項、第五十一条第一項、第五十二条、第三章第五節（第七十条を除く。）、第六節（第七十六条から第七十八条の二までを除く。）及び第六節の二（第七十九条の四（第七十六条から第七十八条の二までの準用に関する部分に限る。）を除く。）、第八十条（第五十一条第一項、第七十一条、第七十二条、第七十四条及び第七十五条の準用に関する部分に限る。）並びに第八十条の二の規定を準用する。

（擁壁）

第142条 第三百三十八条第一項に規定する工作物のうち同項第五号に掲げる擁壁（以下この条において単に「擁壁」という。）に関する法第八十八条第一項において読み替えて準用する法第二十条第一項の政令で定める技術的基準は、次に掲げる基準に適合する構造方法又はこれと同等以上に擁壁の破壊及び転倒を防止することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いることとする。

- 一 鉄筋コンクリート造、石造その他これらに類する腐食しない材料を用いた構造とすること。
 - 二 石造の擁壁にあつては、コンクリートを用いて裏込めし、石と石とを十分に結合すること。
 - 三 擁壁の裏面の排水を良くするため、水抜穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜穴の周辺に砂利その他これに類するものを詰めること。
 - 四 次項において準用する規定（第七章の八（第三百三十六条の六を除く。）の規定を除く。）に適合する構造方法を用いること。
 - 五 その用いる構造方法が、国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて確かめられる安全性を有すること。
- 2 擁壁については、第三十六条の三、第三十七条、第三十八条、第三十九条第一項及び第二項、第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十三条第一項、第七十四条、第七十五条、第七十九条、第八十条（第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十四条及び第七十五条の準用に関する部分に限る。）、第八十条の二並びに第七章の八（第三百三十六条の六を除く。）の規定を準用する。

告 示

(平成 12 年 5 月 31 日建告第 1449 号)

煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーター の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

第 1 (略)

第 2 (略)

第 3 令百三十八条第一項第五号に掲げる擁壁の構造計算の基準は、宅地造成等規制法施行令（昭和三十七年政令第十六号）第七条に定めるとおりとする。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合にあっては、この限りでない。

- 一 宅地造成等規制法施行令第五条第一項各号の一に該当するがけ面に設ける場合
- 二 土質試験等に基づき地盤の安定計算をした結果がけの安全を保つために擁壁の設置が必要でないことが確かめられたがけ面に設けるよう壁
- 三 宅地造成等規制法施行令第八条に定める練積み造の擁壁の構造方法に適合する擁壁
- 四 宅地造成等規制法施行令第十五条の規定に基づき、同令第六条から第十条までの規定による擁壁と同等以上の効力があると国土交通大臣が認める擁壁

附 則

- 1 この告示は、平成 12 年 6 月 1 日から施行する。
- 2 昭和 56 年建設省告示第 1104 号は、廃止する。

参考資料 - 2

宅地造成等規制法（抜粋）

宅地造成等規制法(抜粋)

(昭和 36 年 11 月 7 日法律第 191 号)
最終改正：平成 26 年 5 月 30 日法律第 42 号

- 第 1 章 総則 (第 1 条・第 2 条)
- 第 2 章 宅地造成工事規制区域 (第 3 条—第 7 条)
- 第 3 章 宅地造成工事規制区域内における宅地造成に関する工事等の規制 (第 8 条—第 19 条)
- 第 4 章 造成宅地防災区域 (第 20 条)
- 第 5 章 造成宅地防災区域内における災害の防止のための措置 (第 21 条—第 23 条)
- 第 6 章 雑則 (第 24 条・第 25 条)
- 第 7 章 罰則 (第 26 条—第 30 条)
- 附則

第 1 章 総則

(目的)

第 1 条 この法律は、宅地造成に伴う崖崩れ又は土砂の流出による災害の防止のため必要な規制を行うことにより、国民の生命及び財産の保護を図り、もって公共の福祉に寄与することを目的とする。

(定義)

- 第 2 条 この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
- 一 宅地 農地、採草放牧地及び森林並びに道路、公園、河川その他政令で定める公共の用に供する施設の用に供されている土地以外の土地をいう。
 - 二 宅地造成 宅地以外の土地を宅地にするため又は宅地において行う土地の形質の変更で政令で定めるもの(宅地を宅地以外の土地にするために行うものを除く。)をいう。
 - 三 災害 崖崩れ又は土砂の流出による災害をいう。
 - 四 設計 その者の責任において、設計図書(宅地造成に関する工事を実施するために必要な図面(現寸図その他これに類するものを除く。))及び仕様書をいう。)を作成することをいう。
 - 五 造成主 宅地造成に関する工事の請負契約の注文者又は請負契約によらないで自らその工事をする者をいう。
 - 六 工事施行者 宅地造成に関する工事の請負人又は請負契約によらないで自らその工事をする者をいう。
 - 七 造成宅地 宅地造成に関する工事が施行された宅地をいう。

第 2 章 宅地造成工事規制区域

(宅地造成工事規制区域)

- 第 3 条 都道府県知事(地方自治法(昭和二十二年法律第六十七号)第二百五十二条の十九第一項の指定都市(以下「指定都市」という。))又は同法第二百五十二条の二十二第一項の中核市(以下「中核市」という。))の区域内の土地については、それぞれ指定都市又は中核市の長。第二十四条を除き、以下同じ。)は、この法律の目的を達成するために必要があると認めるときは、関係市町村長(特別区の長を含む。以下同じ。)の意見を聴いて、宅地造成に伴い災害が生ずるおそれが大きい市街地又は市街地となろうとする土地の区域であつて、宅地造成に関する工事について規制を行う必要があるものを、宅地造成工事規制区域として指定することができる。
- 2 前項の指定は、この法律の目的を達成するため必要な最小限度のものでなければならない。
 - 3 都道府県知事は、第一項の指定をするときは、国土交通省令で定めるところにより、当該宅地造成工事規制区域を公示するとともに、その旨を関係市町村長に通知しなければならない。
 - 4 第一項の指定は、前項の公示によつてその効力を生ずる。

(測量又は調査のための土地の立入り)

第4条 都道府県知事又はその命じた者若しくは委任した者は、宅地造成工事規制区域の指定のため他人の占有する土地に立ち入って測量又は調査を行う必要がある場合においては、その必要の限度において、他人の占有する土地に立ち入ることができる。

- 2 前項の規定により他人の占有する土地に立ち入ろうとする者は、立ち入ろうとする日の三日前までにその旨を土地の占有者に通知しなければならない。
- 3 第一項の規定により、建築物が所在し、又はかき、さく等で囲まれた他人の占有する土地に立ち入ろうとする場合においては、その立ち入ろうとする者は、立入りの際、あらかじめ、その旨をその土地の占有者に告げなければならない。
- 4 日出前及び日没後においては、土地の占有者の承諾があつた場合を除き、前項に規定する土地に立ち入ってはならない。
- 5 土地の占有者又は所有者は、正当な理由がない限り、第一項の規定による立入りを拒み、又は妨げてはならない。

(障害物の伐除及び土地の試掘等)

第5条 前条第一項の規定により他人の占有する土地に立ち入って測量又は調査を行う者は、その測量又は調査を行うに当たり、やむを得ない必要があつて、障害となる植物若しくは垣、さく等（以下「障害物」という。）を伐除しようとする場合又は当該土地に試掘若しくはボーリング若しくはこれに伴う障害物の伐除（以下「試掘等」という。）を行おうとする場合において、当該障害物又は当該土地の所有者及び占有者の同意を得ることができないときは、当該障害物の所在地を管轄する市町村長の許可を受けて当該障害物を伐除し、又は当該土地の所在地を管轄する都道府県知事の許可を受けて当該土地に試掘等を行うことができる。この場合において、市町村長が許可を与えようとするときは障害物の所有者及び占有者に、都道府県知事が許可を与えようとするときは土地又は障害物の所有者及び占有者に、あらかじめ、意見を述べる機会を与えなければならない。

- 2 前項の規定により障害物を伐除しようとする者又は土地に試掘等を行なおうとする者は、伐除しようとする日又は試掘等を行なおうとする日の三日前までに、当該障害物又は当該土地若しくは障害物の所有者及び占有者に通知しなければならない。
- 3 第一項の規定により障害物を伐除しようとする場合（土地の試掘又はボーリングに伴う障害物の伐除をしようとする場合を除く。）において、当該障害物の所有者及び占有者がその場所にいないためその同意を得ることが困難であり、かつ、その現状を著しく損傷しないときは、都道府県知事又はその命じた者若しくは委任した者は、前二項の規定にかかわらず、当該障害物の所在地を管轄する市町村長の許可を受けて、直ちに、当該障害物を伐除することができる。この場合においては、当該障害物を伐除した後、遅滞なく、その旨をその所有者及び占有者に通知しなければならない。

(証明書等の携帯)

第6条 第四条第一項の規定により他人の占有する土地に立ち入ろうとする者は、その身分を示す証明書を携帯しなければならない。

- 2 前条第一項の規定により障害物を伐除しようとする者又は土地に試掘等を行なおうとする者は、その身分を示す証明書及び市町村長又は都道府県知事の許可証を携帯しなければならない。
- 3 前二項に規定する証明書又は許可証は、関係人の請求があつた場合においては、これを提示しなければならない。

第3章 宅地造成工事規制区域内における宅地造成に関する工事等の規制

(宅地造成に関する工事の許可)

第8条 宅地造成工事規制区域内において行われる宅地造成に関する工事については、造成主は、当該工事に着手する前に、国土交通省令で定めるところにより、都道府県知事の許可を受けなければならない。ただし、都市計画法（昭和四十三年法律第百号）第二十九条第一項又は第二項の許可を受けて行われる当該許可の内容（同法第三十五条の二第五項の規定によりその内容とみなされるものを含む。）に

適合した宅地造成に関する工事については、この限りでない。

- 2 都道府県知事は、前項本文の許可の申請に係る宅地造成に関する工事の計画が次条の規定に適合しないと認めるときは、同項本文の許可をしてはならない。
- 3 都道府県知事は、第一項本文の許可に、工事の施行に伴う災害を防止するため必要な条件を付することができる。

(宅地造成に関する工事の技術的基準等)

第9条 宅地造成工事規制区域内において行われる宅地造成に関する工事は、政令（その政令で都道府県の規則に委任した事項に関しては、その規則を含む。）で定める技術的基準に従い、擁壁、排水施設その他の政令で定める施設（以下「擁壁等」という。）の設置その他宅地造成に伴う災害を防止するため必要な措置が講ぜられたものでなければならない。

- 2 前項の規定により講ずべきものとされる措置のうち政令（同項の政令で都道府県の規則に委任した事項に関しては、その規則を含む。）で定めるものの工事は、政令で定める資格を有する者の設計によらなければならない。

(工事等の届出)

第15条 宅地造成工事規制区域の指定の際、当該宅地造成工事規制区域内において行われている宅地造成に関する工事の造成主は、その指定があつた日から二十一日以内に、国土交通省令で定めるところにより、当該工事について都道府県知事に届け出なければならない。

- 2 宅地造成工事規制区域内の宅地において、擁壁等に関する工事その他の工事で政令で定めるものを行おうとする者（第八条第一項本文若しくは第十二条第一項の許可を受け、又は同条第二項の規定による届出をした者を除く。）は、その工事に着手する日の十四日前までに、国土交通省令で定めるところにより、その旨を都道府県知事に届け出なければならない。
- 3 宅地造成工事規制区域内において、宅地以外の土地を宅地に転用した者（第八条第一項本文若しくは第十二条第一項の許可を受け、又は同条第二項の規定による届出をした者を除く。）は、その転用した日から十四日以内に、国土交通省令で定めるところにより、その旨を都道府県知事に届け出なければならない。

(宅地の保全等)

第16条 宅地造成工事規制区域内の宅地の所有者、管理者又は占有者は、宅地造成（宅地造成工事規制区域の指定前に行われたものを含む。以下次項、次条第一項及び第二十四条において同じ。）に伴う災害が生じないよう、その宅地を常時安全な状態に維持するように努めなければならない。

- 2 都道府県知事は、宅地造成工事規制区域内の宅地について、宅地造成に伴う災害の防止のため必要があると認める場合においては、その宅地の所有者、管理者、占有者、造成主又は工事施行者に対し、擁壁等の設置又は改造その他宅地造成に伴う災害の防止のため必要な措置をとることを勧告することができる。

(改善命令)

第17条 都道府県知事は、宅地造成工事規制区域内の宅地で、宅地造成に伴う災害の防止のため必要な擁壁等が設置されておらず、又は極めて不完全であるために、これを放置するときは、宅地造成に伴う災害の発生のおそれ大きいと認められるものがある場合においては、その災害の防止のため必要であり、かつ、土地の利用状況その他の状況からみて相当であると認められる限度において、当該宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者に対して、相当の猶予期限を付けて、擁壁等の設置若しくは改造又は地形若しくは盛土の改良のための工事を行うことを命ずることができる。

- 2 前項の場合において、同項の宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者（以下この項において「宅地所有者等」という。）以外の者の宅地造成に関する不完全な工事その他の行為によつて前項の災害の発生のおそれが生じたことが明らかであり、その行為をした者（その行為が隣地における土地の形質の変更であるときは、その土地の所有者を含む。以下この項において同じ。）に前項の工事の全部又は一部を行わせることが相当であると認められ、かつ、これを行わせることについて当該宅地所有者等に異

議がないときは、都道府県知事は、その行為をした者に対して、同項の工事の全部又は一部を行うことを命ずることができる。

3 第十四条第五項の規定は、前二項の場合について準用する。

(報告の徴取)

第19条 都道府県知事は、宅地造成工事規制区域内における宅地の所有者、管理者又は占有者に対して、当該宅地又は当該宅地において行われている工事の状況について報告を求めることができる。

第四章 造成宅地防災区域

第20条 都道府県知事は、この法律の目的を達成するために必要があると認めるときは、関係市町村長の意見を聴いて、宅地造成に伴う災害で相当数の居住者その他の者に危害を生ずるものの発生のおそれ大きい一団の造成宅地（これに附帯する道路その他の土地を含み、宅地造成工事規制区域内の土地を除く。）の区域であつて政令で定める基準に該当するものを、造成宅地防災区域として指定することができる。

2 都道府県知事は、擁壁等の設置又は改造その他前項の災害の防止のため必要な措置を講ずることにより、造成宅地防災区域の全部又は一部について同項の指定の事由がなくなつたと認めるときは、当該造成宅地防災区域の全部又は一部について同項の指定を解除するものとする。

3 第三条第二項から第四項まで及び第四条から第七条までの規定は、第一項の規定による指定及び前項の規定による指定の解除について準用する。

第五章 造成宅地防災区域内における災害の防止のための措置

(災害の防止のための措置)

第21条 造成宅地防災区域内の造成宅地の所有者、管理者又は占有者は、前条第一項の災害が生じないように、その造成宅地について擁壁等の設置又は改造その他必要な措置を講ずるように努めなければならない。

2 都道府県知事は、造成宅地防災区域内の造成宅地について、前条第一項の災害の防止のため必要があると認める場合においては、その造成宅地の所有者、管理者又は占有者に対し、擁壁等の設置又は改造その他同項の災害の防止のため必要な措置をとることを勧告することができる。

(改善命令)

第22条 都道府県知事は、造成宅地防災区域内の造成宅地で、第二十条第一項の災害の防止のため必要な擁壁等が設置されておらず、又は極めて不完全であるために、これを放置するときは、同項の災害の発生のおそれ大きいと認められるものがある場合においては、その災害の防止のため必要であり、かつ、土地の利用状況その他の状況からみて相当であると認められる限度において、当該造成宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者に対して、相当の猶予期限を付けて、擁壁等の設置若しくは改造又は地形若しくは盛土の改良のための工事を行うことを命ずることができる。

2 前項の場合において、同項の造成宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者（以下この項において「造成宅地所有者等」という。）以外の者の宅地造成に関する不完全な工事その他の行為によつて第二十条第一項の災害の発生のおそれが生じたことが明らかであり、その行為をした者（その行為が隣地における土地の形質の変更であるときは、その土地の所有者を含む。以下この項において同じ。）に前項の工事の全部又は一部を行わせることが相当であると認められ、かつ、これを行わせることについて当該造成宅地所有者等に異議がないときは、都道府県知事は、その行為をした者に対して、同項の工事の全部又は一部を行うことを命ずることができる。

3 第十四条第五項の規定は、前二項の場合について準用する。

(準用)

第23条 第十八条の規定は都道府県知事又はその命じた者若しくは委任した者が前条第一項又は第

二項の規定による権限を行うため必要がある場合について、第十九条の規定は造成宅地防災区域内における造成宅地の所有者、管理者又は占有者について準用する。

第6章 雑則

（市町村長の意見の申出）

第24条 市町村長は、宅地造成工事規制区域及び造成宅地防災区域内における宅地造成に伴う災害の防止に関し、都道府県知事に意見を申し出ることができる。

参考資料 - 3

宅地造成等規制法施行令（抜粋）

宅地造成等規制法施行令(抜粋)

(昭和 37 年 1 月 30 政令第 16 号)

最終改正：平成 27 年 1 月 30 日政令第 30 号

第 1 章 総則 (第 1 条—第 3 条)

第 2 章 宅地造成に関する工事の技術的基準 (第 4 条—第 15 条)

第 3 章 設計者及び届出を要する工事 (第 16 条—第 18 条)

第 4 章 造成宅地防災区域の指定の基準 (第 19 条)

第 5 章 雑則 (第 20 条—第 24 条)

附則

第 1 章 総則

(定義等)

第 1 条 この政令 (第 3 条を除く。)において、「切土」又は「盛土」とは、それぞれ宅地造成である切土又は盛土をいう。

2 この政令において、「崖」とは地表面が水平面に対し 30 度を超える角度をなす土地で硬岩盤 (風化の著しいものを除く。)以外のものをいい、「崖面」とはその地表面をいう。

3 崖面の水平面に対する角度を崖の勾配とする。

4 小段等によつて上下に分離された崖がある場合において、下層の崖面の下端を含み、かつ、水平面に対し 30 度の角度をなす面の上方に上層の崖面の下端があるときは、その上下の崖は一体のものとする。

5 擁壁の前面の上端と下端 (擁壁の前面の下部が地盤面と接する部分をいう。以下この項において同じ。)とを含む面の水平面に対する角度を擁壁の勾配とし、その上端と下端との垂直距離を擁壁の高さとする。

(公共の用に供する施設)

第 2 条 宅地造成等規制法 (以下「法」という。)第 2 条第 1 号の政令で定める公共の用に供する施設は、砂防設備、地すべり防止施設、海岸保全施設、津波防護施設、港湾施設、飛行場、航空保安施設及び鉄道、軌道、索道又は無軌条電車の用に供する施設並びに国又は地方公共団体が管理する学校、運動場、墓地その他の施設で国土交通省令で定めるものとする。

(宅地造成)

第 3 条 法第 2 条第 2 号の政令で定める土地の形質の変更は、次に掲げるものとする。

一 切土であつて、当該切土をした土地の部分に高さが二メートルを超える崖を生ずることとなるもの

二 盛土であつて、当該盛土をした土地の部分に高さが一メートルを超える崖を生ずることとなるもの

三 切土と盛土とを同時にする場合における盛土であつて、当該盛土をした土地の部分に高さが一メートル以下の崖を生じ、かつ、当該切土及び盛土をした土地の部分に高さが二メートルを超える崖を生ずることとなるもの

四 前三号のいずれにも該当しない切土又は盛土であつて、当該切土又は盛土をする土地の面積が五百平方メートルを超えるもの

第 2 章 宅地造成に関する工事の技術的基準

(擁壁、排水施設その他の施設)

第 4 条 法第 9 条第 1 項 (法第 12 条第 3 項において準用する場合を含む。以下同じ。)の政令で定める施設は、擁壁、排水施設及び地滑り抑止ぐい並びにグラウンドアンカーその他の土留とする。

(地盤について講ずる措置に関する技術的基準)

第 5 条 法第 9 条第 1 項の政令で定める技術的基準のうち地盤について講ずる措置に関するものは、次

のとおりとする。

- 一 切土又は盛土（第三条第四号の切土又は盛土を除く。）をする場合においては、崖の上端に続く地盤面には、特別の事情がない限り、その崖の反対方向に雨水その他の地表水が流れるように勾配を付すること。
- 二 切土をする場合において、切土をした後の地盤に滑りやすい土質の層があるときは、その地盤に滑りが生じないように、地滑り抑止ぐい又はグラウンドアンカーその他の土留（以下「地滑り抑止ぐい等」という。）の設置、土の置換えその他の措置を講ずること。
- 三 盛土をする場合においては、盛土をした後の地盤に雨水その他の地表水又は地下水（以下「地表水等」という。）の浸透による緩み、沈下、崩壊又は滑りが生じないように、おおむね三十センチメートル以下の厚さの層に分けて土を盛り、かつ、その層の土を盛るごとに、これをローラーその他これに類する建設機械を用いて締め固めるとともに、必要に応じて地滑り抑止ぐい等の設置その他の措置を講ずること。
- 四 著しく傾斜している土地において盛土をする場合においては、盛土をする前の地盤と盛土とが接する面が滑り面とならないように段切りその他の措置を講ずること。

（擁壁の設置に関する技術的基準）

第6条 法第9条第1項の政令で定める技術的基準のうち擁壁の設置に関するものは、次のとおりとする。

- 一 切土又は盛土（第3条第4号の切土又は盛土を除く。）をした土地の部分に生ずる崖面で次に掲げる崖面以外のものには擁壁を設置し、これらの崖面を覆うこと。
 - イ 切土をした土地の部分に生ずる崖又は崖の部分であって、その土質が別表第1上欄に掲げるものに該当し、かつ、次のいずれかに該当するものの崖面
 - （1） その土質に応じ勾配が別表第1中欄の角度以下のもの
 - （2） その土質に応じ勾配が別表第1中欄の角度を超え、同表下欄の角度以下のもの（その上端から下方に垂直距離5メートル以内の部分に限る。）
 - ロ 土質試験その他の調査又は試験に基づき地盤の安定計算をした結果崖の安定を保つために擁壁の設置が必要でないことが確かめられた崖面
- 二 前号の擁壁は、鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造又は間知石練積み造その他の練積み造のものとする。
- 2 前項第一号イ（1）に該当する崖の部分により上下に分離された崖の部分がある場合における同号イ（2）の規定の適用については、同号イ（1）に該当する崖の部分は存在せず、その上下の崖の部分は連続しているものとみなす。

（鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造）

第7条 前条の規定による鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

- 一 土圧、水圧及び自重（以下「土圧等」という。）によつて擁壁が破壊されないこと。
- 二 土圧等によつて擁壁が転倒しないこと。
- 三 土圧等によつて擁壁の基礎が滑らないこと。
- 四 土圧等によつて擁壁が沈下しないこと。
- 2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。
 - 一 土圧等によつて擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鋼材又はコンクリートの許容応力度を超えないことを確かめること。
 - 二 土圧等による擁壁の転倒モーメントが擁壁の安定モーメントの三分の二以下であることを確かめること。
 - 三 土圧等による擁壁の基礎の滑り出す力が擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力の三分の二以下であることを確かめること。
 - 四 土圧等によつて擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。ただし、基礎ぐいを用いた場合においては、土圧等によつて基礎ぐいに生ずる応力が基礎ぐいの許容支持力を超えないことを確かめること。

- 3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 土圧等については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の場合の土圧については、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量及び土圧係数を用いて計算された数値を用いることができる。
 - 二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）第九十条（表一を除く。）、第九十一条、第九十三条及び第九十四条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値
 - 三 擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、実況に応じて計算された数値。ただし、その地盤の土質に応じ別表第三の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。

（練積み造の擁壁の構造）

- 第8条 第六条の規定による間知石練積み造その他の練積み造の擁壁の構造は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 擁壁の勾配、高さ及び下端部分の厚さ（第一条第五項に規定する擁壁の前面の下端以下の擁壁の部分の厚さをいう。別表第四において同じ。）が、崖の土質に応じ別表第四に定める基準に適合し、かつ、擁壁の上端の厚さが、擁壁の設置される地盤の土質が、同表上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは四十センチメートル以上、その他のものであるときは七十センチメートル以上であること。
 - 二 石材その他の組積材は、控え長さを三十センチメートル以上とし、コンクリートを用いて一体の擁壁とし、かつ、その背面に栗石、砂利又は砂利混じり砂で有効に裏込めすること。
 - 三 前二号に定めるところによつても、崖の状況等によりはらみ出しその他の破壊のおそれがあるときは、適当な間隔に鉄筋コンクリート造の控え壁を設ける等必要な措置を講ずること。
 - 四 擁壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁の前面の根入れの深さは、擁壁の設置される地盤の土質が、別表第四上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは擁壁の高さの百分の十五（その値が三十五センチメートルに満たないときは、三十五センチメートル）以上、その他のものであるときは擁壁の高さの百分の二十（その値が四十五センチメートルに満たないときは、四十五センチメートル）以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁の滑り及び沈下に対して安全である基礎を設けること。

（設置しなければならない擁壁についての建築基準法施行令の準用）

- 第9条 第六条の規定による擁壁については、建築基準法施行令第三十六条の三 から第三十九条 まで、第五十二条（第三項を除く。）、第七十二条から第七十五条まで及び第七十九条の規定を準用する。

（擁壁の水抜穴）

- 第10条 第六条の規定による擁壁には、その裏面の排水を良くするため、壁面の面積三平方メートル以内ごとに少なくとも一個の内径が七・五センチメートル以上の陶管その他これに類する耐水性の材料を用いた水抜穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜穴の周辺その他必要な場所には、砂利その他の資材を用いて透水層を設けなければならない。

（任意に設置する擁壁についての建築基準法施行令の準用）

- 第11条 法第八条第一項 本文又は第十二条第一項 の規定による許可を受けなければならない宅地造成に関する工事により設置する擁壁で高さが二メートルを超えるもの（第六条の規定によるものを除く。）については、建築基準法施行令第四百二十二条（同令第七章の八 の規定の準用に係る部分を除く。）の規定を準用する。

（崖面について講ずる措置に関する技術的基準）

- 第12条 法第九条第一項 の政令で定める技術的基準のうち崖面について講ずる措置に関するものは、切土又は盛土をした土地の部分に生ずることとなる崖面（擁壁で覆われた崖面を除く。）が風化その他の侵食から保護されるように、石張り、芝張り、モルタルの吹付けその他の措置を講ずることとする。

(排水施設の設置に関する技術的基準)

第13条 法第九条第一項の政令で定める技術的基準のうち排水施設の設置に関するものは、切土又は盛土をする場合において、地表水等により崖崩れ又は土砂の流出が生ずるおそれがあるときは、その地表水等を排除することができるように、排水施設で次の各号のいずれにも該当するものを設置することとする。

- 一 堅固で耐久性を有する構造のものであること。
- 二 陶器、コンクリート、れんがその他の耐水性の材料で造られ、かつ、漏水を最少限度のものとする措置が講ぜられているものであること。ただし、崖崩れ又は土砂の流出の防止上支障がない場合においては、専ら雨水その他の地表水を排除すべき排水施設は、多孔管その他雨水を地下に浸透させる機能を有するものとすることができる。
- 三 その管渠の勾配及び断面積が、その排除すべき地表水等を支障なく流下させることができるものであること。
- 四 専ら雨水その他の地表水を排除すべき排水施設は、その暗渠である構造の部分の次に掲げる箇所に、ます又はマンホールが設けられているものであること。
 - イ 管渠の始まる箇所
 - ロ 排水の流路の方向又は勾配が著しく変化する箇所（管渠の清掃上支障がない箇所を除く。）
 - ハ 管渠の内径又は内法幅の百二十倍を超えない範囲内の長さごとの管渠の部分のその清掃上適当な箇所
- 五 ます又はマンホールに、ふたが設けられているものであること。
- 六 ますの底に、深さが十五センチメートル以上の泥溜めが設けられているものであること。

(特殊の材料又は構法による擁壁)

第14条 構造材料又は構造方法が第六条第一項第二号及び第七条から第十条までの規定によらない擁壁で、国土交通大臣がこれらの規定による擁壁と同等以上の効力があると認めるものについては、これらの規定は適用しない。

(規則への委任)

第15条 都道府県知事（地方自治法（昭和二十二年法律第六十七号）第二百五十二条の十九第一項の指定都市（以下この項において「指定都市」という。）又は同法第二百五十二条の二十二第一項の中核市（以下この項において「中核市」という。）の区域内の土地については、それぞれ指定都市又は中核市の長。次項及び第二十二条において同じ。）は、都道府県（指定都市又は中核市の区域内の土地については、それぞれ指定都市又は中核市。次項において同じ。）の規則で、災害の防止上支障がないと認められる土地において第六条の規定による擁壁の設置に代えて他の措置をとることを定めることができる。

2 都道府県知事は、その地方の気候、風土又は地勢の特殊性により、この章の規定のみによつては宅地造成に伴う崖崩れ又は土砂の流出の防止の目的を達し難いと認める場合においては、都道府県の規則で、この章に規定する技術的基準を強化し、又は必要な技術的基準を付加することができる。

第3章 設計者及び届出を要する工事

(資格を有する者の設計によらなければならない措置)

第16条 法第九条第二項（法第十二条第三項において準用する場合を含む。次条において同じ。）の政令で定める措置は、次に掲げるものとする。

- 一 高さが五メートルを超える擁壁の設置
- 二 切土又は盛土をする土地の面積が千五百平方メートルを超える土地における排水施設の設置

(設計者の資格)

第17条 法第九条第二項の政令で定める資格は、次に掲げるものとする。

- 一 学校教育法（昭和二十二年法律第二十六号）による大学（短期大学を除く。）又は旧大学令（大正七年勅令第三百八十八号）による大学において、正規の土木又は建築に関する課程を修めて卒業した後、

- 土木又は建築の技術に関して二年以上の実務の経験を有する者であること。
- 二 学校教育法 による短期大学において、正規の土木又は建築に関する修業年限三年の課程（夜間において授業を行うものを除く。）を修めて卒業した後、土木又は建築の技術に関して三年以上の実務の経験を有する者であること。
- 三 前号に該当する者を除き、学校教育法 による短期大学若しくは高等専門学校又は旧専門学校令（明治三十六年勅令第六十一号）による専門学校において、正規の土木又は建築に関する課程を修めて卒業した後、土木又は建築の技術に関して四年以上の実務の経験を有する者であること。
- 四 学校教育法 による高等学校若しくは中等教育学校又は旧中等学校令（昭和十八年勅令第三十六号）による中等学校において、正規の土木又は建築に関する課程を修めて卒業した後、土木又は建築の技術に関して七年以上の実務の経験を有する者であること。
- 五 国土交通大臣が前各号に規定する者と同等以上の知識及び経験を有する者であると認めた者であること。

（届出を要する工事）

第18条 法第十五条第二項 の政令で定める工事は、高さが二メートルを超える擁壁、地表水等を排除するための排水施設又は地滑り抑止ぐい等の全部又は一部の除却の工事とする。

第4章 造成宅地防災区域の指定の基準

第19条 法第二十条第一項 の政令で定める基準は、次の各号のいずれかに該当する一団の造成宅地（これに附帯する道路その他の土地を含み、宅地造成工事規制区域内の土地を除く。以下この条において同じ。）の区域であることとする。

- 一 次のいずれかに該当する一団の造成宅地の区域（盛土をした土地の区域に限る。次項第三号において同じ。）であつて、安定計算によつて、地震力及びその盛土の自重による当該盛土の滑り出す力がその滑り面に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力を上回ることが確かめられたもの
- イ 盛土をした土地の面積が三千平方メートル以上であり、かつ、盛土をしたことにより、当該盛土をした土地の地下水位が盛土をする前の地盤面の高さを超え、盛土の内部に浸入しているもの
- ロ 盛土をする前の地盤面が水平面に対し二十度以上の角度をなし、かつ、盛土の高さが五メートル以上であるもの
- 二 切土又は盛土をした後の地盤の滑動、宅地造成に関する工事により設置された擁壁の沈下、切土又は盛土をした土地の部分に生じた崖の崩落その他これらに類する事象が生じている一団の造成宅地の区域
- 2 前項第一号の計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 地震力については、当該盛土の自重に、水平震度として〇・二五に建築基準法施行令第八十八条第一項 に規定するZの数値を乗じて得た数値を乗じて得た数値
- 二 自重については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量を用いて計算された数値を用いることができる。
- 三 盛土の滑り面に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、イ又はロに掲げる一団の造成宅地の区域の区分に応じ、当該イ又はロに定める滑り面に対する抵抗力であつて、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の土質に応じ別表第三の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。
- イ 前項第一号イに該当する一団の造成宅地の区域 その盛土の形状及び土質から想定される滑り面であつて、複数の円弧又は直線によつて構成されるもの
- ロ 前項第一号ロに該当する一団の造成宅地の区域 その盛土の形状及び土質から想定される滑り面であつて、単一の円弧によつて構成されるもの

第五章 雑則

（収用委員会の裁決申請手続）

第20条 法第七条第三項（法第二十条第三項 において準用する場合を含む。）の規定により土地収用法（昭和二十六年法律第二百十九号）第九十四条第二項 の規定による裁決を申請しようとする者は、

国土交通省令で定める様式に従い同条第三項 各号（第三号を除く。）に掲げる事項を記載した裁決申請書を収用委員会に提出しなければならない。

（公告の方法）

第21条 法第十四条第五項（法第十七条第三項及び第二十二條第三項において準用する場合を含む。）の規定による公告は、公報その他所定の手段により行うほか、当該公報その他所定の手段による公告を行つた日から十日間、当該宅地の付近の適当な場所に掲示して行わなければならない。

（報告の徴収）

第22条 法第十九条の規定により都道府県知事が報告を求めることができる事項は、次に掲げるものとする。

- 一 宅地の面積及び崖の高さ、勾配その他の現況
- 二 擁壁、排水施設及び地滑り抑止ぐい等の構造、規模その他の現況
- 三 宅地に関する工事の計画及び施行状況

（権限の委任）

第23条 この政令に規定する国土交通大臣の権限は、国土交通省令で定めるところにより、その一部を地方整備局長又は北海道開発局長に委任することができる。

（国土交通省令への委任）

第24条 法及びこの政令に定めるもののほか、法及びこの政令を実施するため必要な事項は、国土交通省令で定める。

附則 【抄】

（施行期日）

1 この政令は、法の施行の日（昭和三十七年二月一日）から施行する。

附則（昭和四〇年二月一二日政令第一五号）

（施行期日）

1 この政令は、昭和四十年三月一日から施行する。

（経過規定）

2 この政令の施行前に着手した宅地造成に関する工事については、なお従前の例による。

附則（昭和四五年一二月二日政令第三三三号）抄

（施行期日）

1 この政令は、建築基準法の一部を改正する法律（昭和四十五年法律第九号。以下「改正法」という。）の施行の日（昭和四十六年一月一日）から施行する。

（宅地造成等規制法施行令の一部改正に伴う経過措置）

1 1 この政令の施行前に着手した宅地造成等規制法（昭和三十六年法律第九十一号）第八条第一項の規定による許可を受けなければならない工事に対する宅地造成等規制法施行令第七条第三項第二号、第九条及び第十一条の規定の適用については、なお従前の例による。

附則（昭和五三年五月三〇日政令第二〇五号）

この政令は、昭和五十三年七月一日から施行する。

附則（昭和五五年七月一四日政令第一九六号）抄

（施行期日）

1 この政令は、昭和五十六年六月一日から施行する。

（宅地造成等規制法施行令の一部改正に伴う経過措置）

3 この政令の施行前に着手した宅地造成等規制法（昭和三十六年法律第九十一号）第八条第一項の規定による許可を受けなければならない工事に対する宅地造成等規制法施行令第七条第三項第二号、第九条及び第十一条の規定の適用については、なお従前の例による。

附則（昭和五六年四月二四日政令第一四四号）抄

（施行期日）

1 この政令は、都市計画法及び建築基準法の一部を改正する法律（昭和五十五年法律第三十五号）の施行の日（昭和五十六年四月二十五日）から施行する。

附則（昭和五十六年七月七政令第二四八号）

この政令は、昭和五十六年八月一日から施行する。

附則（昭和五十九年六月二九日政令第二三一号）

この政令は、昭和五十九年七月一日から施行する。

附則（昭和六十二年三月二五政令第五七号）抄

（施行期日）

1 この政令は、昭和六十二年四月一日から施行する。

附則（昭和六二年一〇月六日政令第三四八号）抄

（施行期日）

1 この政令は、建築基準法の一部を改正する法律（昭和六十二年法律第六十六号）の施行の日（昭和六十二年十一月十六日）から施行する。

附則（平成三年三月一三日政令第二五号）抄

（施行期日）

1 この政令は、平成三年四月一日から施行する。

附則（平成六年三月二四日政令第六九号）抄

（施行期日）

1 この政令は、平成六年四月一日から施行する。

附則（平成六年九月一九日政令第三〇三号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、行政手続法の施行の日（平成六年十月一日）から施行する。

附則（平成六年一二月二一日政令第三九八号）

この政令は、地方自治法の一部を改正する法律中第二編第十二章の改正規定並びに地方自治法の一部を改正する法律の施行に伴う関係法律の整備に関する法律第一章の規定及び附則第二項の規定の施行の日（平成七年四月一日）から施行する。

附則（平成九年三月二六日政令第七四号）抄

（施行期日）

1 この政令は、平成九年四月一日から施行する。

附則（平成一〇年一〇月三〇日政令第三五一号）抄

（施行期日）

1 この政令は、平成十一年四月一日から施行する。

附則（平成一一年一月一三日政令第五号）

この政令は、建築基準法の一部を改正する法律の一部の施行の日（平成十一年五月一日）から施行する。

附則（平成一一年一月一〇日政令第三五二号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、平成十二年四月一日から施行する。

附則（平成一二年四月二六日政令第二一一号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、建築基準法の一部を改正する法律（平成十年法律第百号）の施行の日（平成十二年六月一日）から施行する。

附則（平成一二年六月七日政令第三一二号）抄

（施行期日）

1 この政令は、内閣法の一部を改正する法律（平成十一年法律第八十八号）の施行の日（平成十三年一月六日）から施行する。

附則（平成一八年九月二二日政令第三一〇号）

（施行期日）

1 この政令は、宅地造成等規制法等の一部を改正する法律の施行の日（平成十八年九月三十日）から施行する。

（宅地造成等規制法施行令の一部改正に伴う経過措置）

- 2 この政令の施行前に第一条の規定による改正前の宅地造成等規制法施行令（以下この項において「旧令」という。）第十五条の規定により国土交通大臣が旧令第六条から第十条までの規定による擁壁と同等以上の効力があると認めた擁壁は、第一条の規定による改正後の宅地造成等規制法施行令（以下「新令」という。）第十四条の規定により国土交通大臣が新令第六条第一項第二号及び第七条から第十条までの規定による擁壁と同等以上の効力があると認めた擁壁とみなす。
- 3 この政令の施行の日から十四日以内に新令第十八条に規定する地滑り抑止ぐい等の全部又は一部の除却の工事を行おうとする者に関する宅地造成等規制法（昭和三十六年法律第百九十一号）第十五条第二項の規定の適用については、同項中「その工事に着手する日の十四日前までに」とあるのは、「あらかじめ」とする。

附則（平成一八年一月二九日政令第三七〇号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、平成十九年四月一日から施行する。

（宅地造成等規制法施行令の一部改正に伴う経過措置）

第二条 この政令の施行の日（以下「施行日」という。）前に宅地造成等規制法第八条第一項本文の許可を受けた宅地造成に関する工事又は施行日前に同項若しくは同法第十二条第一項の規定によりされた許可の申請に係る宅地造成に関する工事であってこの政令の施行の際許可若しくは不許可の処分がされていないものの技術的基準については、第一条の規定による改正後の宅地造成等規制法施行令第五条第三号及び第十三条の規定にかかわらず、なお従前の例による。

第三条 施行日から十四日以内に第一条の規定による改正後の宅地造成等規制法施行令第十八条に規定する地下水を排除するための排水施設の全部又は一部の除却の工事を行おうとする者に関する宅地造成等規制法第十五条第二項の規定の適用については、同項中「その工事に着手する日の十四日前までに」とあるのは、「あらかじめ」とする。

附則（平成一九年三月一六日政令第四九号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、建築物の安全性の確保を図るための建築基準法等の一部を改正する法律（以下「改正法」という。）の施行の日（平成十九年六月二十日）から施行する。

附則（平成二三年一月二六日政令第四二七号）

この政令は、津波防災地域づくりに関する法律の施行の日（平成二十三年十二月二十七日）から施行する。

附則（平成二七年一月三〇日政令第三〇号）抄

（施行期日）

第一条 この政令は、地方自治法の一部を改正する法律（次条において「改正法」という。）の施行の日（平成二十八年四月一日）から施行する。ただし、第一条中地方自治法施行令目次の改正規定、同令第二編第八章第三節の節名を削る改正規定及び同令第七十四条の四十九の二十の改正規定、第十四条、第十七条、第十八条（指定都市、中核市又は特例市の指定があつた場合における必要な事項を定める政令第四条第一項の改正規定を除く。）、第二十一条から第二十五条まで、第二十七条、第二十九条、第三十二条、第三十三条、第三十六条及び第四十六条の規定並びに第四十七条中総務省組織令第四十七条の二第四号の改正規定並びに次条から附則第十五条までの規定は、平成二十七年四月一日から施行する。

（宅地造成等規制法施行令の一部改正に伴う経過措置）

第四条 施行時特例市に対する第十七条の規定による改正後の宅地造成等規制法施行令第十五条第一項の規定の適用については、同項中「又は同法」とあるのは、「同法」と、「中核市」とあるのは、「中核市」という。）又は地方自治法の一部を改正する法律（平成二十六年法律第四十二号）附則第二条に規定する施行時特例市（以下この項において「施行時特例市」と、「又は中核市」とあるのは、「中核市又は施行時特例市」とする。

別表第1（第5条関係）

土 質	擁壁を要しない勾配の上限	擁壁を要する勾配の下限・
軟岩（風化の著しいものを除く。）	60度	80度
風化の著しい岩	40度	50度
砂利、真砂土、関東ローム、硬質粘土 その他これらに類するもの	35度	45度

別表第2（第7条関係）

土 質	単位体積重量 （1立方メートルにつき）	土圧係数
砂 利 又 は 砂	1.8トン	0.35
砂 質 土	1.7トン	0.40
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土	1.6トン	0.50

別表第3（第7条関係）

土 質	摩擦係数
岩、岩屑、砂利又は砂	0.5
砂 質 土	0.4
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土（擁壁の基礎底面から少なくとも15センチメートルまでの深さの土を砂利又は砂に置き換えた場合に限る。）	0.3

別表第4 (第8条関係)		擁壁		
土質		勾配	高さ	下端部分の厚さ
第 一 種	岩 ・ 屑 ・ 砂 ・ 利 又は 砂利まじり砂	70度を 超え 75度以下・	2メートル以下・	40センチメートル以上
			2メートルを超え 3メートル以下・	50センチメートル以上
		65度を 超え 70度以下・	2メートル以下・	40センチメートル以上
			2メートルを超え 3メートル以下・	45センチメートル以上
			3メートルを超え 4メートル以下・	50センチメートル以上
		65度以下	3メートル以下・	40センチメートル以上
			3メートルを超え 4メートル以下・	45センチメートル以上
			4メートルを超え 5メートル以下・	60センチメートル以上
		第 二 種	真砂土 ・ 関東ローム ・ 硬質粘土 ・ その他これら に類するもの	70度を 超え 75度以下・
2メートルを超え 3メートル以下・	70センチメートル以上			
65度を 超え 70度以下・	2メートル以下・			45センチメートル以上
	2メートルを超え 3メートル以下・			60センチメートル以上
	3メートルを超え 4メートル以下・			75センチメートル以上
65度以下	2メートル以下・			40センチメートル以上
	2メートルを超え 3メートル以下・			50センチメートル以上
	3メートルを超え 4メートル以下・			65センチメートル以上
	4メートルを超え 5メートル以下・			80センチメートル以上
第 三 種	その他の土質	70度を 超え 75度以下・	2メートル以下・	85センチメートル以上
			2メートルを超え 3メートル以下・	90センチメートル以上
		65度を 超え 70度以下・	2メートル以下・	75センチメートル以上
			2メートルを超え 3メートル以下・	85センチメートル以上
			3メートルを超え 4メートル以下・	105センチメートル以上
		65度以下	2メートル以下・	70センチメートル以上
			2メートルを超え 3メートル以下・	80センチメートル以上
			3メートルを超え 4メートル以下・	95センチメートル以上
			4メートルを超え 5メートル以下・	120センチメートル以上

参考資料 4

住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準

出典：建設省告示第 1653 号、平成 12 年 7 月 19 日、抜粋
最終改正平成 14 年 8 月 20 日国土交通省告示第 721 号
平成十八年三月一日施行

住宅の品質確保の促進等に関する法律(平成十一年法律第八十一号)第七十条の規定に基づき、住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準を次のように定める。

第1 趣旨

この基準は、住宅の品質確保の促進等に関する法律(平成 11 年法律第 81 号)第 74 条に規定する指定住宅紛争処理機関による住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準として、不具合事象の発生と構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性との相関関係について定めるものとする。

第2 適用範囲

この基準は、住宅に発生した不具合である事象で、次に掲げる要件に該当するもの(以下「不具合事象」という。)について適用する。

- 1 新築時に建設住宅性能評価書が交付された住宅で、指定住宅紛争処理機関に対してあつせん、調停又は仲裁の申請が行われた紛争に係るものにおいて発見された事象であること。
- 2 当該住宅を新築する建設工事の完了の日から起算して十年以内に発生した事象であること。
- 3 通常予測できない自然現象の発生、居住者の不適切な使用その他特別な事由の存しない通常の状態において発生した事象であること。

第3 各不具合事象ごとの基準

1 傾斜

次に掲げる部位の区分に応じ、それぞれ次に掲げる表の(ろ)項の住宅の種類ごとに掲げる不具合事象が発生している場合における構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性は、同表の(は)項に掲げるとおりとする。

(1) 壁又は柱

(い)	(ろ)	(は)
レベル	住宅の種類 木造住宅、鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性
1	3/1000 未満の勾配(凹凸の少ない仕上げによる壁又は柱の表面と、その面と垂直な鉛直面との交差する線(2m 程度以上の長さのものに限る。)の鉛直線に対する角度をいう。以下この表において同じ。)の傾斜	低い。
2	3/1000 以上 6/1000 未満の勾配の傾斜	一定程度存する。
3	6/1000 以上の勾配の傾斜	高い。

(2) 床(排水等の目的で勾配が付されているものを除く。)

(い)	(ろ)	(は)
レベル	住宅の種類	構造耐力上主要な部分に瑕疵が 存する可能性
	木造住宅、鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	3/1000 未満の勾配(凹凸の少ない仕上げによる床の表面における 2 点(3m 程度以上離れているものに限る。))の間を結ぶ直線の水平面に対する角度をいう。以下この表において同じ。)の傾斜	低い。
2	3/1000 以上 6/1000 未満の勾配の傾斜	一定程度存する。
3	6/1000 以上の勾配の傾斜	高い。

2 ひび割れ

次に掲げる部位及びその仕上げの区分に応じ、それぞれ次に掲げる表の(ろ)項の住宅の種類ごとに掲げる不具合事象が発生している場合における構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性は、同表の(は)項に掲げるとおりとする。

(1) 壁、柱、床、天井、はり又は屋根(パラペット及び庇の部分を除く。)

－省略－

(2) 基礎

イ 乾式の仕上材による仕上げ

－省略－

ロ 湿式の仕上材による仕上げ

(い)	(ろ)	(は)
レベル	住宅の種類	構造耐力上主要な部分に瑕疵が 存する可能性
	木造住宅、鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	レベル 2 及びレベル 3 に該当しないひび割れ	低い。
2	仕上材と構造材にまたがった幅 0.3 mm以上 0.5 mm未満のひび割れ(レベル 3 に該当するものを除く。)	一定程度存する。
3	①仕上材と乾式の下地材にまたがったひび割れ ②仕上材と構造材にまたがった幅 0.5 mm以上のひび割れ ③さび汁を伴うひび割れ	高い。

ハ 構造材による仕上げ

(い)	(ろ)	(は)
レベル	住宅の種類	構造耐力上主要な部分に瑕疵が 存する可能性
	木造住宅、鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	レベル 2 及びレベル 3 に該当しないひび割れ	低い。
2	幅 0.3 mm以上 0.5 mm未満のひび割れ(レベル 3 に該当するものを除く。)	一定程度存する。
3	①幅 0.5 mm以上のひび割れ ②さび汁を伴うひび割れ	高い。

3 欠損

次に掲げる部位及びその仕上げの区分に応じ、それぞれ次に掲げる表の(ろ)項の住宅の種類ごとに掲げる不具合事象が発生している場合における構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性は、同表の(は)項に掲げるとおりとする。

(1) 壁、柱、床、天井、はり又は屋根(パラペット及び庇の部分を除く。)

—省略—

(2) 基礎

イ 乾式の仕上材による仕上げ

—省略—

ロ 湿式の仕上材による仕上げ

(い)	(ろ)		(は)
レベル	住宅の種類		構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性
	木造住宅	鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	レベル2及びレベル3に該当しない欠損	レベル2及びレベル3に該当しない欠損	低い。
2	構造材における深さ5mm以上20mm未満の欠損(レベル3に該当するものを除く。)	構造材における深さ5mm以上20mm未満の欠損(レベル3に該当するものを除く。)	一定程度存する。
3	①仕上材と乾式の下地材にまたがった欠損 ②構造材における深さ20mm以上の欠損 ③さび汁を伴う欠損 ④鉄筋が露出する欠損	①仕上材と乾式の下地材にまたがった欠損 ②構造材における深さ20mm以上の欠損 ③さび汁を伴う欠損 ④鉄筋又は鉄骨が露出する欠損	高い。

ハ 構造材による仕上げ

(い)	(ろ)		(は)
レベル	住宅の種類		構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性
	木造住宅	鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	レベル2及びレベル3に該当しない欠損	レベル2及びレベル3に該当しない欠損	低い。
2	深さ5mm以上20mm未満の欠損(レベル3に該当するものを除く。)	深さ5mm以上20mm未満の欠損(レベル3に該当するものを除く。)	一定程度存する。
3	①深さ20mm以上の欠損 ②さび汁を伴う欠損 ③鉄筋が露出する欠損	①深さ20mm以上の欠損 ②さび汁を伴う欠損 ③鉄筋又は鉄骨が露出する欠損	高い。

4 破断又は変形

—省略—

第4 留意事項

この基準を住宅紛争処理の参考とするに当たっては、次に掲げる事項に留意するものとする。

1 次の(1)又は(2)に掲げる不具合事象については、この基準を参考としないこと。

- (1) 材料特性の異なる下地材及び構造材又は下地材同士若しくは構造材同士が接合された部分に発生したひび割れ又は欠損
 - (2) 鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造の住宅における次に掲げる事象
 - イ 乾式の仕上材による仕上げが施された屋根に発生した複数の乾式の仕上材にまたがったひび割れ又は欠損(構造材との間にまたがった幅 **0.3mm** 以上のひび割れ、構造材における深さ **5mm** 以上の欠損及び鉄筋又は鉄骨が露出する欠損を除く。)
 - ロ ひび割れ誘発目地に発生したひび割れ若しくは欠損又はひび割れ誘発目地から連続したひび割れ若しくは欠損
 - ハ 土に接する壁、柱、床、天井又ははりに発生したさび汁が伴うひび割れ、欠損又は破断若しくは変形
 - ニ はね出し縁(バルコニー、片廊下その他これに類するものをいう。)の床の先端部分に発生したひび割れ又は欠損
- 2 特殊な建築材料又は構造方法を用いた住宅については、その建築材料又は構造方法の特性に配慮した上で、この基準を参考とすること。
- 3 この基準における「構造耐力上主要な部分における瑕疵」は、大規模な修補が必要となる比較的重要なものから局部的な修補のみが必要となる比較的軽微なものまでを含むものであること。
- 4 紛争処理委員は、この基準を参考とする場合であっても、個別の住宅における不具合事象の発生状況その他の状況を総合的に勘案して、住宅紛争処理を迅速かつ適正に進めること。
- 5 この基準は、構造耐力上主要な部分における瑕疵の有無を特定するためのものではないため、レベル **1** に該当しても構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する場合があります。また、レベル **3** に該当しても構造耐力上主要な部分に瑕疵が存しない場合もあること。

附 則 (平成一八年二月二三日国土交通省告示第三〇八号)

この告示は、平成十八年三月一日から施行する。

参考資料-5

復旧工事への補助や支援

(1)被災宅地復旧支援(復興基金)制度

熊本地震において多数発生した宅地被害において、早期の宅地復旧と被災者の負担軽減を図るため、公共事業制度に該当しない個人施工の復旧工事等に対する費用の一部を支援するもの。支援の対象工事と補助額を以下に示す。なお、各工事の費用には調査・設計費を含む。

◆対象となる工事

(1) 復旧工事

平成 28 年熊本地震による被災宅地の復旧のための、次の工事

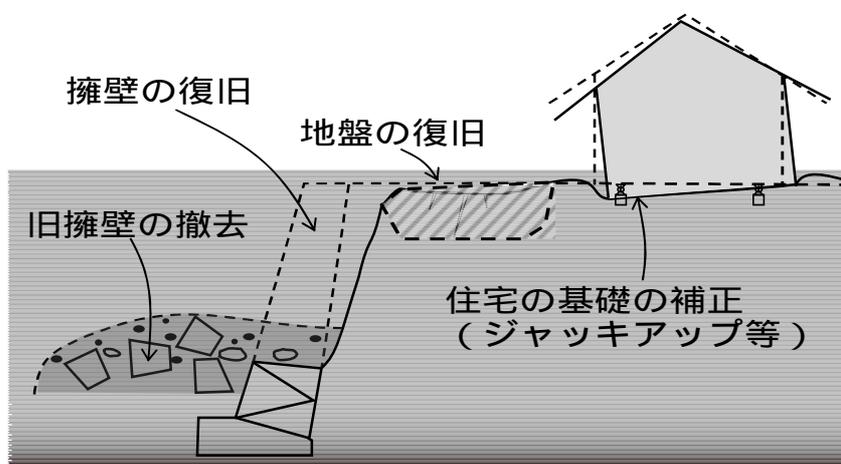
- ①のり面の復旧工事
- ②擁壁の復旧工事(旧擁壁の撤去、擁壁に関する排水施設設置工事を含む。)
- ③地盤の復旧工事(陥没への対応工事を含む。)

(2)地盤改良工事

平成 28 年熊本地震により液状化が発生したとみられる区域における液状化の再度災害防止のための地盤改良工事。

(3)住宅基礎の傾斜修復工事

平成 28 年熊本地震による住宅建屋の基礎の沈下又は傾斜を修復する工事。



◆補助額と個人負担額

補助額は、個人施工の工事費から 50 万円を控除した額に 2/3 を乗じた額。なお、対象工事費は 1,000 万円まで。下記に補助額の例を示す。

工事費	50万円	100万円	200万円	500万円	800万円	1,000万円
個人負担額	50万円	67万円	100万円	200万円	300万円	367万円
支援額	0	33万円	100万円	300万円	500万円	633万円

(2)被災者生活再建支援制度

この制度は、熊本県内において、住宅が全壊(全焼・全流失)した世帯や、住宅が半壊し又は敷地等に被害が生じてやむなく解体した世帯、大規模半壊した世帯に対し、生活再建支援を行うものである。

区 分		基礎支援金		加算支援金		計
		住宅の被害程度		住宅の再建方法		
		基礎支援金(1)		加算支援金(2)		
複数世帯 (世帯の構成員が複数)	全壊世帯	100		建設・購入	200	300
	解体世帯			補修	100	200
	長期避難世帯			賃借	50	150
	大規模半壊世帯	50		建設・購入	200	250
				補修	100	150
				賃借	50	100
単数世帯 (世帯の構成員が単数)	全壊世帯	75		建設・購入	150	225
	解体世帯			補修	75	150
	長期避難世帯			賃借	37.5	112.5
	大規模半壊世帯	37.5		建設・購入	150	187.5
				補修	75	112.5
				賃借	37.5	75

解体世帯とは、半壊解体世帯、敷地被害解体世帯をいいます。

住宅が「半壊」または「大規模半壊」の罹災証明を受け、あるいは住宅の敷地に被害が生じるなどして、そのままにしておくとな非常に危険であったり、修理するにはあまりにも高い経費がかかるため、これらの住宅を解体した場合には、「解体世帯」として、「全壊世帯」と同等の支援が受けられます。

出典:熊本県 HP(健康福祉部 健康福祉政策課)

(3)融資制度

◆災害復興住宅融資

この制度は、自然災害により被害が生じた住宅の所有者又は居住者が、居住するための住宅を建設、購入又は補修する場合に利用できる融資である。

■ご利用いただくためには

- ・ 住宅に被害を受けた旨の「り災証明書(一部損壊も可)」の交付を受けたものであること(災害後の転入者は対象外)
- ・ ご自分又は親が居住するための被災宅地の敷地に対する工事であること
- ・ 被災宅地の補修工事を行うこと(被災住宅の補修工事の借入は不要、宅地の工事[事業分担金]のみの融資も可能)

■融資金利 :年 0.55%【平成 29 年 1 月 17 日現在】

■融資限度額: 440万円(整地資金)

(参考)730万円(建物の補修資金)

◆宅地防災工事資金融資

この制度は、法令(宅地造成等規制法、急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律、建築基準法)に基づく勧告又は改善命令を受けた方が、勧告等に基づき災害予防関連工事を行う場合に利用できる融資である。なお、本融資制度は、勧告対象となる宅地上に住宅が存在していることが必要である(現状更地で、将来、住宅建築予定の場合も可)。

■ご利用いただくためには

- ・ 宅地造成等規制法に基づく勧告又は改善命令が必要
- ・ 勧告対象となる宅地上に宅地が存在していること(将来、住宅建築予定の場合も可)

■融資金利 :年 0.83%【平成 29 年 1 月 17 日現在】

■融資限度額: 1,170 万円(ただし必要な資金の額(工事費)の9割の額まで)

参考資料 - 6

相談窓口

(1)各種相談窓口

被災宅地の復旧全般について

自治体名	担当部署	電話番号
熊本市	都市建設局 都市政策部 震災宅地対策課	096-328-2966
八代市	建設部 建設政策課	0965-33-4116
玉名市	建設部 建設課	0968-75-1122
山鹿市	建設部 都市計画課	0968-43-1591
菊池市	建設部 都市整備課	0968-25-7242
宇土市	建設部 都市整備課または土木課	0964-22-1111
宇城市	土木部 都市整備課	0964-32-1694
阿蘇市	土木部 建設課または住環境課	0967-22-3187 または 3169
天草市	建設部 建設総務課	0969-32-6794
合志市	事業部 都市計画課	096-242-1104
美里町	建設課	0964-47-1113
玉東町	建設課	0968-85-3112
南関町	建設課	0968-57-8505
和水町	建設課	0968-86-5726
大津町	土木部 都市計画課	096-293-4011
菊陽町	産業建設部 都市計画課	096-232-4927
南小国町	建設課	0967-42-1111
産山村	経済建設課	0967-25-2213
高森町	総務課	0967-62-1111
西原村	産業課	096-279-3111
南阿蘇村	建設課	0967-67-3178
御船町	農業振興課	096-282-1617
嘉島町	建設課	096-237-2619
益城町	都市計画課	096-286-3340
甲佐町	建設課	096-234-1183
山都町	建設課	0967-72-1145
氷川町	建設下水道課	0965-52-5856
錦町	地域整備課	0966-38-4418
球磨村	総務課	0966-32-1111

上記以外の市町村にお住まいの方も、各市町村にご相談ください

②被災宅地に対する助成・融資制度について

制度名	自治体・担当部署	電話番号
被災宅地復旧支援 (復興基金)制度	各市町村担当窓口	
宅地防災工事資金融資 災害復興住宅融資	住宅金融支援機構	0120-086-353 (災害専用ダイヤル)

参考資料 - 7

宅地擁壁工法選定フロー

出典：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドラインおよび同解説(案)、平成 27 年 3 月
PP2-23～28、PP3-66～68、一部加筆修正

VI.3 擁壁復旧対策工法の選定

擁壁復旧対策にあたっては、諸条件を勘案し、将来の土地利用への影響が小さく、施工可能な工法を選定する。また、滑動崩落対策が必要な場合は、これとの兼ね合いや施工上の制約条件等を考慮して合理的な工法を選定する。

【解説】

擁壁復旧対策は、施行地区内の危険宅地および要注意宅地における被災程度が中程度以上の擁壁を対象とする。

対策工法は、大きく擁壁再構築と擁壁補強に分けられる。これらの選定にあたっては、現場での施工条件が大きく影響し、再構築に必要な施工幅等が確保される場合は、建築基準法に規定する技術基準に基づく擁壁で再構築を行う。技術基準に基づく擁壁とは、設計計算に基づくコンクリート擁壁、同法で規定された練積み擁壁、大臣認定擁壁をいい、杭式擁壁やアンカー付擁壁等の特殊擁壁は含まない。

施工条件等より再構築が難しく、擁壁補強を選定する場合は、宅地内にある家屋と復旧擁壁との離隔等によって、選定される補強工法の工種が変わることになる。また、被災擁壁が現行の建築基準に適合するのかが不適合かによって、擁壁の補強と補修の併用なども選択される。

擁壁補強工を選定する場合は、出来る限り、将来の増改築や立替等への影響が小さく、施工後に宅地内への支障をきたさない工法より選定する必要がある。さらに、滑動崩落対策が必要な場合は、これとの兼ね合いや施工上の制約条件等を考慮して合理的な工法を選定する。

擁壁復旧対策工法の選定フロー（参考）を図VI.3.1に示し、以下に擁壁復旧工法の選定の考え方について述べる。

- ・宅地内の家屋と被災擁壁との離隔が十分にある場合は、コスト面で有利となる、「被災擁壁の掘削・撤去工+ブロック積み擁壁工の再構築」を選定する。
- ・掘削を行った際、宅地内の家屋や擁壁前面の道路などに影響すると判断される場合は、宅地内への支障が小さい「抑止杭工（一部矢板併用）+ブロック積み擁壁工の再構築」を選定する。また、被災擁壁が適合擁壁の場合は、「抑止杭工+擁壁補修工」を選定する。
- ・被災擁壁と宅地内の家屋との間に抑止杭工を施工する余裕がない宅地の場合は、擁壁の再構築ではなく、擁壁補強を選択し、その中で宅地内への支障が比較的小さい「鉄筋挿入工（圧縮補強）+コンクリート張工」を選定する。
- ・鉄筋挿入工（圧縮補強）を施工するスペースも確保できず、擁壁前面からの施工が可能な場合は、鉄筋挿入工（引張補強）やアンカー工などを選定することとした。ただし、これらの工法は、鉄筋挿入工（圧縮補強）より工費は小さいが、鉄筋やアンカー体が斜め方向に宅地内に設置され、将来の増改築や建替え時等への支障が大きいため、個々の宅地の所有者に対して、施工後の影響や支障等について説明し、承諾を得る必要がある。

2 対策工法の選定

対策工法は、以下の事項を総合的に検討し選定する。

- (1) 想定被害形態、施工上・費用の制約、必要な整備レベル、
- (2) 対策工法の組み合わせ、(3) 地盤条件、(4) 社会的条件、
- (5) 施工条件、(6) 環境条件、(7) 経済条件、(8) 維持管理、(9) 信頼性および耐久性

(1) 想定被害形態、施工上・費用の制約、必要な整備レベル

擁壁倒壊・変形、宅地の不同沈下などの想定被害形態とその危険要因、施工上の制約および宅地所有者が負担する費用の制約等を検討し、被害防止、被害軽減、補修対応など、必要な整備レベルに応じた耐震対策工法を選定する必要がある。例えば、施工上・費用の制約がほとんどなく、防止効果が大きい対策が必要な場合は、抑止杭、擁壁補強等が考えられる。また施工上・費用の制約が大きい場合は、被害軽減策として住宅基礎の立上げ工などの建物補強工が考えられる。

(2) 対策工法の組み合わせ

対策工法の特性を合理的に組み合わせ、複数工法の併用も念頭に置き、適切な工法を選定する必要がある。

(3) 地盤条件（土層構成、土質、地下水の状況等）

- ① 対象の宅地地盤の土層構成、土質、地下水の状況等に応じた対策工を検討する必要がある。
- ② 固結工や抑止杭工は、地下水の流動阻害を起こさないような配置を検討する必要がある。

(4) 社会的条件（対策用地の確保、土地利用の制限等）

- ① 対策用地は個々の宅地内に限定する必要がある。例えば、グラウンドアンカー工は、アンカー材を敷地境界外まで施工することが必要となる場合もあるため、対策工法の選定時には慎重な検討が必要である。
- ② 対策工を設置する用地は、対策後の土地利用（地上および地下）が制限される。現時点では建物が建っていない庭などのスペースであっても、将来住宅の増改築などを行う際に支障となる可能性もあるため、これらの制約を考慮して対策工法を選定する必要がある。

(5) 施工条件（施工スペース・資機材の搬入、周辺地盤への影響、施工工期等）

- ① 個人宅地での施工となるため、施工スペースおよび搬入路が非常に狭い可能性がある。
- ② 隣地などの周辺地盤への影響に注意する必要がある。
- ③ 既存建築物、既存擁壁などへの影響に注意する必要がある。

(6) 環境条件（騒音・振動、地下水汚染、景観等）

- ① 個人宅地での施工となるため、低騒音・低振動型の施工機械を選定する必要がある。
- ② 施工時の地下水汚染を防止する必要がある。
- ③ 対策工を地上に設置する場合は、景観に配慮する必要がある。

(7) 経済条件（対策工事費）

費用対効果を考慮し、被害防止、被害軽減、補修対応など対策工の整備レベルを決定する必要がある。

(8) 維持管理

住民個人が維持管理を行うことは困難であるため、維持管理を必要としない対策工法を選定することが望ましい。

(9) 信頼性および耐久性

施工実績等から、対策工の信頼性および耐久性を確認する必要がある。

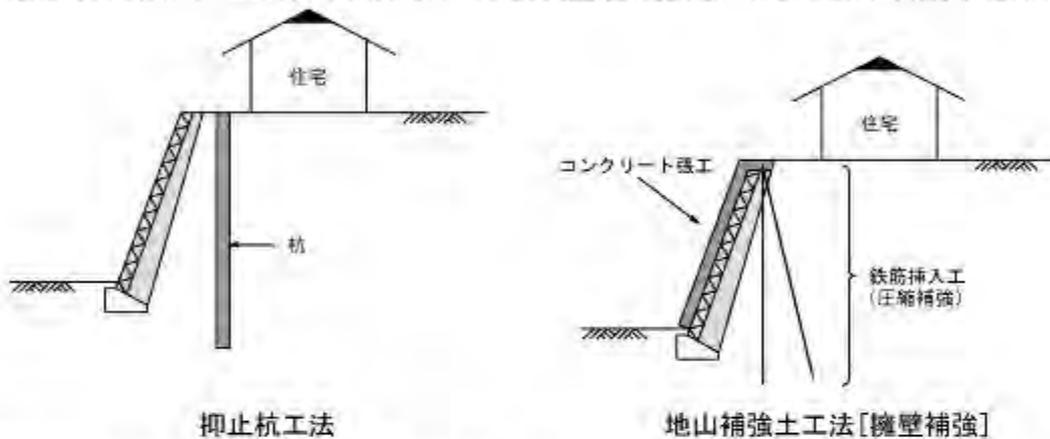
3 対策の例

(1) 擁壁の不安定化による擁壁倒壊および背面上の崩壊対策の例

擁壁倒壊防止対策（住宅への被害防止対策）の工法選定例として、費用面に制約がないもしくは、一定以上の費用が掛けられる場合は、擁壁工法（再構築含む）や、抑止杭工法または地山補強土工法などが考えられる。また、擁壁背面土の軽量化による土圧の軽減、石積み擁壁では背面土の固化や土嚢による置換なども挙げられる。

擁壁工法の場合は、耐震機能を持った擁壁の再構築が有効な手段となる。

抑止杭工法や地山補強土工法は、既存擁壁の機能が失われている、もしくは耐震機能が期待できない場合に擁壁背面地盤の安定化を図ることができ、杭の頭部連結やタイロッドの設置などにより、擁壁側への地盤変位を抑えるとより効果的である。図Ⅲ.3.2に対策の例を示す。

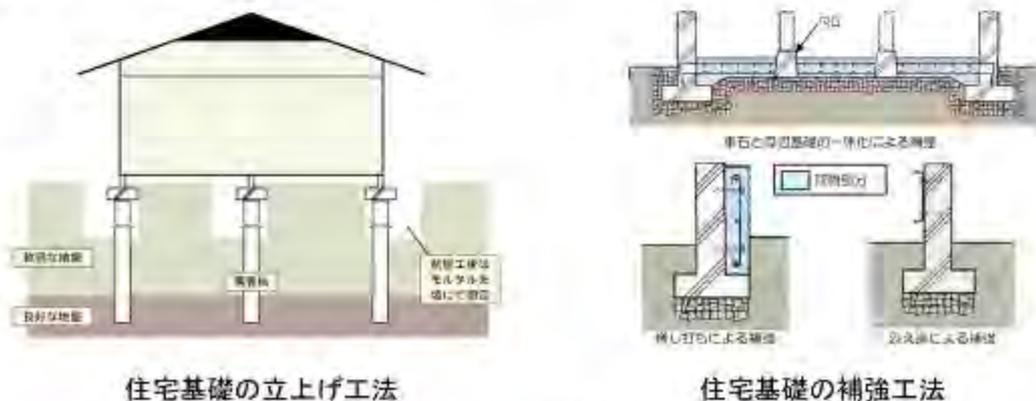


図Ⅲ.3.2 擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊対策の例（抑止杭工法、地山補強土工法）

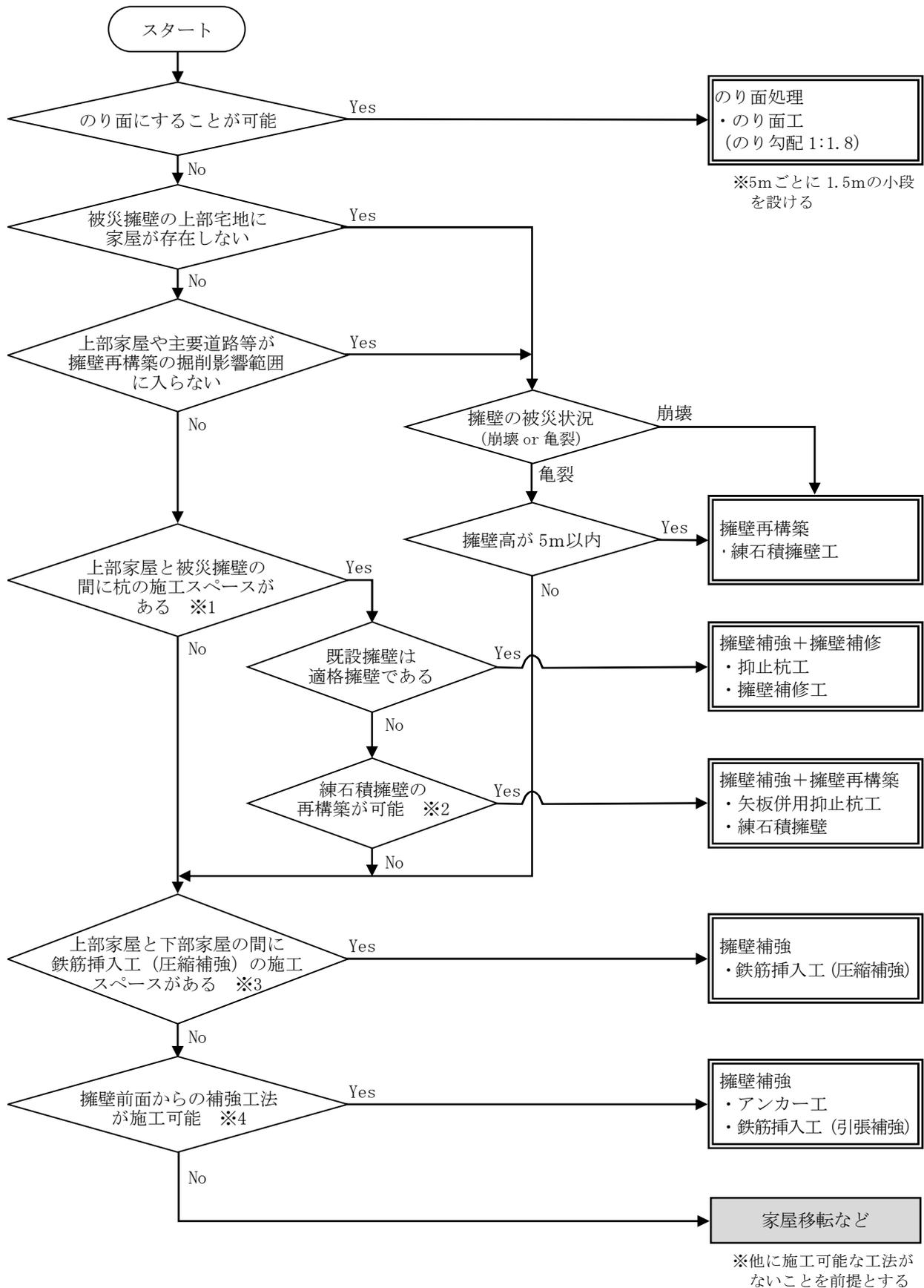
(2) 住宅基礎等の補強の例

擁壁・背面上の変形による住宅への被害軽減対策の工法選定例としては、費用面に制約がある場合は、住宅基礎の立上げ工法や住宅基礎の補強工法などが考えられる。また、住宅周辺地盤の補強対策として、壁式地盤改良（固結工法）や木杭打設も挙げられる。

住宅基礎の立上げ工法は住宅の傾き防止、住宅基礎の補強工法は、地盤変形の低減が期待できる。但し、地震が発生した場合には、一定の被害が発生する可能性がある。図Ⅲ.3.3に対策の例を示す。



図Ⅲ.3.3 住宅基礎の立上げ工法および住宅基礎の補強工法による対策の例



※1 杭の施工スペースは、杭中心から両側に 2.5m以上。

※2 既設擁壁と下部家屋の離隔が 1m以上の場合、再構築可能と判断する。

※3 鉄筋挿入工 (圧縮補強) の施工スペースは、表 3.1 参照。

※4 既設擁壁と下部家屋の離隔が鉄筋挿入工 (引張補強) は 2m以上、アンカー工は 4.5m以上の場合、施工可能と判断する。

参考図 7-1 擁壁復旧対策工法の選定フロー

参考表 7-1 現場条件による鉄筋挿入工（圧縮補強）の適用性（既設擁壁勾配 1:0.3）

壁高 H = 1.0 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m							x
	1.0m					x	x	
	1.5m				x			
	2.0m			x				

壁高 H = 3.0 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m						x	x
	1.0m					x		
	1.5m				x			
	2.0m		x					

壁高 H = 1.5 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m						x	x
	1.0m					x		
	1.5m				x			
	2.0m			x				

壁高 H = 3.5 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m				x			
	2.0m		x					

壁高 H = 2.0 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m			x				
	2.0m			x				

壁高 h = 4.0 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m			x				
	2.0m		x					

壁高 H = 2.5 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m			x				
	2.0m		x					

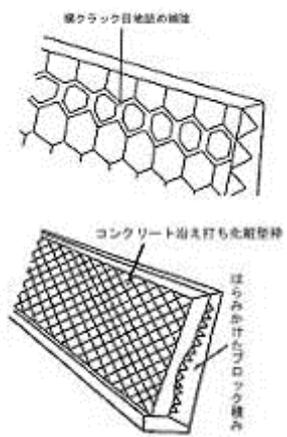
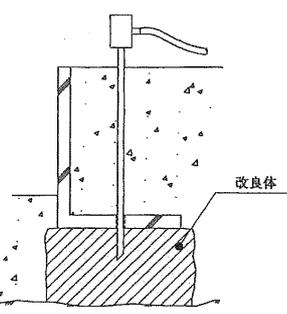
壁高 h = 4.5 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m			x				
	2.0m		x					

壁高 h = 5.0 m		b						
		0.1m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
a	0.1m							
	0.5m					x	x	x
	1.0m				x			
	1.5m			x				
	2.0m		x					

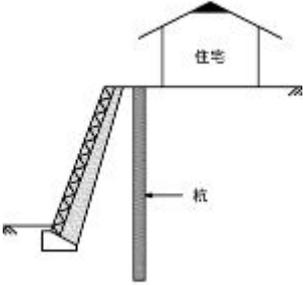
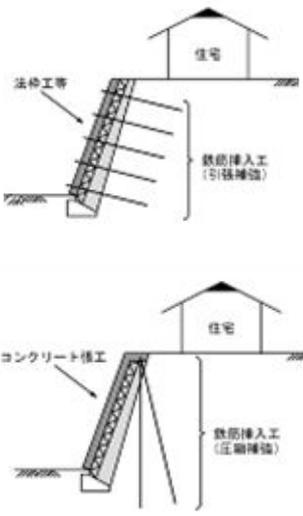
a : 既設擁壁と下部家屋との離隔
 b : 既設擁壁と上部家屋との離隔

○ : 施工可能
 x : 施工不可
 ■ : 擁壁面に補強材を設置することが必要

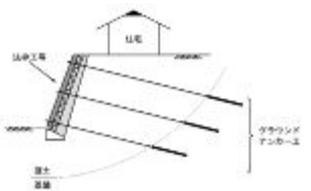
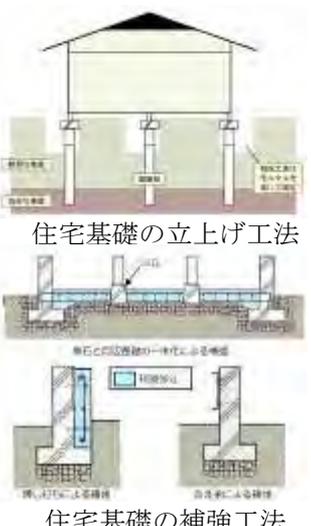
参考表 7-2 (1) 対策工法の種類と概要 (個々の宅地で行う耐震対策工) その 1

対策工法の種類	対策工法の概要			
	工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考) H26 年度
擁壁補修工法 〔擁壁補強〕	<p>局所的な補修により、擁壁の機能を回復させる対策工法である。クラック補修や部分補強等が該当する。なお、補修できない場合は、再構築が必要となる。</p>  <p>壁クラック目地詰め補修</p> <p>コンクリート打込打ち出し筋壁補</p> <p>ほうりかけらフロック補修</p>	<p>擁壁工や背面地盤の変位等を、地震後に、目視にて確認する必要がある。</p>	<p>●対策箇所 宅地擁壁の補修および復旧が必要な箇所が対策箇所となる。</p> <p>●施工スペース 擁壁補修の場合は、擁壁前面に 1m 程度の施工スペースがあればよい。擁壁再構築の場合は、擁壁前面に 2m 程度の施工スペースが必要である。擁壁を一時的に撤去するため、擁壁背面にも 1m 程度の施工スペースが必要となる場合もある。場合によっては、土留め杭等の併用が必要となる。</p>	<p>150 千円/m 程度 (重力式擁壁 H=3 m の再構築を想定)</p>
固結工法	<p>擁壁支持力を補強すること、擁壁背面土圧を受け止めること、地盤変形を抑止することを目的に、擁壁基礎地盤もしくは、背面地盤を地盤改良により固化する対策工法である。</p> <p>なお、固結工法は地下水の流動阻害を起こさない配置とし、施工にあたっては固化材の地下水への流出を防止する必要がある。また、構造物などに近接する場合はその影響を防止するため、低変位型の工法を選定する必要がある。</p>  <p>改良体</p>	<p>維持管理は必要ない。</p>	<p>●対策箇所 擁壁基礎地盤または、擁壁背面地盤が対策箇所となる。</p> <p>●施工スペース 擁壁基礎地盤や擁壁背面地盤を対象とするため、高圧噴射攪拌工による施工が想定される。施工機械がボーリングマシンであるため、施工幅は 5m が必要である。</p>	<p>22 千円/m³ 程度 (高圧噴射攪拌工、二重管、有効改良径 φ 2.0m を想定)</p>

参考表 7-2 (2) 対策工法の種類と概要 (個々の宅地で行う耐震対策工) その 2

対策工法の種類	対策工法の概要			概算直接工事単価 (参考) H26 年度
	工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	
抑止杭工法	<p>擁壁背面部にH鋼杭、鋼管杭等を打設して、擁壁背面土圧を受け持つとともに、地盤変形を抑止する対策工法である。</p> 	<p>杭頭や周辺地盤の変位等を、地震後に、目視確認するとともに、定期的な観測を実施する必要がある。</p>	<p>●対策箇所 宅地擁壁への背面地盤からの土圧を受け持つ、地盤変形を抑止するものであるため、対策箇所は、擁壁背面部となる。</p> <p>●施工スペース 大口径ボーリングマシンを用いた施工となるため、施工幅は5mが必要である。</p>	<p>220～330 千円/m程度 (杭施工延長当り、H鋼杭、杭長 12m以下を想定、仮設工別途)</p>
地山補強土工法 〔地盤補強〕 〔擁壁補強〕	<p>既設の擁壁等を鉄筋などで補強する工法であり、擁壁前面に吹付法枠等を設置して補強材を打設し、地震に対する安定性を確保する対策工法である。</p> 	<p>補強材頭部および補強された構造物、周辺地盤に対して、地震後に、目視観察を行う必要がある。</p>	<p>●対策箇所 宅地擁壁の補強を目的とするため、宅地擁壁が対策箇所となる。</p> <p>●施工スペース 施工機械は、定置式ドリルを用いた施工が想定され、補強材設置部の前面に2～3m程度の施工スペースが必要である。</p>	<p>35 千円/m²程度 (鉄筋挿入工 (引張補強) を想定、対策工設置面積当り、削孔長 3m、削孔径φ65mm、受圧板を想定、仮設工は別途)</p>

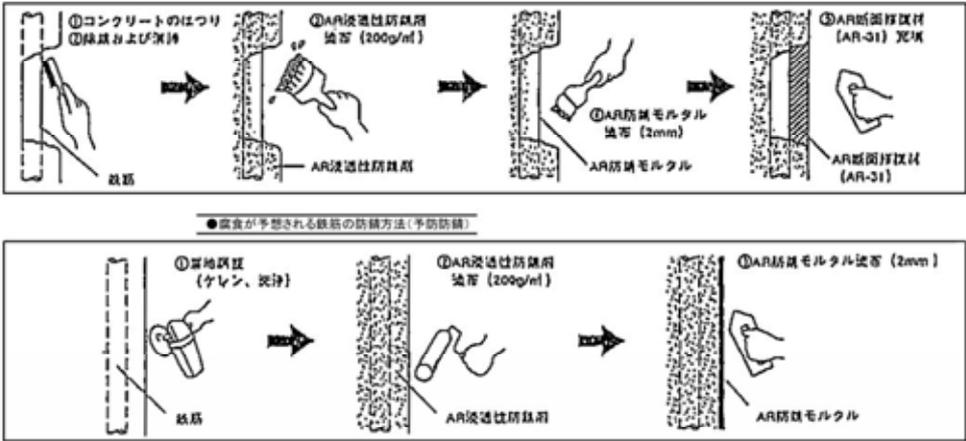
参考表 7-2 (3) 対策工法の種類と概要 (個々の宅地で行う耐震対策工) その2

対策工法の種類	対策工法の概要			概算直接工事単価 (参考) H26 年度
	工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	
グラウンドアンカー工法 「擁壁補強」	<p>既設の擁壁が地震に対する安定性を満足しておらず、補修で対応できない場合に適用する。擁壁前面に受圧板等を設置した後、アンカー材を打設・緊張し、擁壁背面地盤の安定を確保する対策工法である。</p> 	<p>アンカー頭部およびアンカーされた擁壁などの構造物、周辺地盤に対して、定期的に、目視観察を行う必要がある。</p>	<p>●対策箇所 宅地擁壁の補強を目的とするため、対策箇所は、宅地擁壁となる。アンカー長が7m以上と長い他、定着層を安定した地盤とすることが必要であるため、隣接する宅地内にアンカー体が入り込む場合もあるので、周辺住民との協議、合意形成が必要となる。</p> <p>●施工スペース ロータリーパーカッション(スキッド型)を用いた施工が想定され、アンカー設置部の前面に4~5m程度の施工スペースが必要である。</p>	<p>69 千円/m²程度 (アンカー設置面積当り、アンカー長 15 m、削孔径φ115mm、受圧板を想定、仮設工は別途)</p>
住宅基礎の立上げ工法	<p>鋼管杭や地盤改良により、基礎を立上げ地盤変形による被害を軽減する対策工法である。</p> 	<p>維持管理は必要ない。</p>	<p>●対策箇所 鋼管杭や地盤改良は、住宅基礎の下部に設置するものであり、対策箇所は住宅範囲に一致する。</p> <p>●施工スペース 住宅の周りに幅1~2mの施工余裕が必要である。</p>	<p>30~70 千円/m²程度 (家屋面積当り、鋼管杭、杭長 5mを想定)</p>

参考資料 - 8

復旧工法要領シート

参考表8-1 復旧工法要領シート(1)

<p>復旧技術</p>	<p>目地詰め工（防錆工法）</p>	<p>分類</p>	<p>■擁壁の補修・補強 □のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強</p>
<p>区分 (復旧レベル)</p>	<p>応急補強 ・ 応急補強</p>		
<p>目的</p>	<p>破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復</p>		
<p>技術概要</p>	<p>【概要】 防錆工法は浸透性防錆剤と、浸透性防錆剤の流出を防止しそれ自体も浸透性防錆剤を供給し、仕上げ下地ともなる有害物の遮断性の高い防錆モルタルからなる鉄筋の防錆工法である。腐食した鉄筋、コンクリート中の腐食の恐れのある鉄筋の防錆(予防保全)の両方が適用対象となる。</p> <p>【特徴】</p> <p>①浸透性型防錆剤の使用により</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ はつり出せない鉄筋裏側まで防錆効果(爆裂補修) ・ はつり出した鉄筋両側の未はつり部分に有効(爆裂補修) ・ コンクリート中の鉄筋にも防錆効果が及ぶ(予防保全) <p>②塩化物を含むコンクリート中の鉄筋に対しても効果が大きい。</p> <p>③防錆モルタルにより中性化が抑制される。</p> <p>④防錆モルタルがそのまま仕上げ下地となる。</p> <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート表面の含水率(8%以下)に留意する。 		
<p>施工法・ 施工手順</p>	<p>【施工手順】</p>  <p>●腐食が予想される鉄筋の防錆方法(予防防錆)</p>		
<p>概算単価</p>	<p>9,000~13,000円/m(直工)</p>		

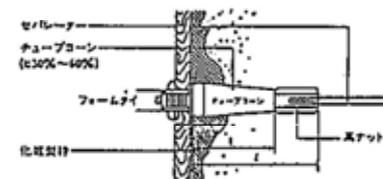
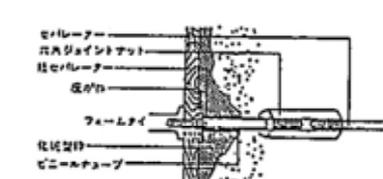
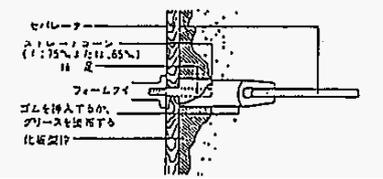
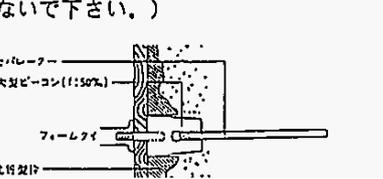
参考表8-2 復旧工法要領シート(2)

復旧技術	擁壁クラックの樹脂注入工		分類 <input checked="" type="checkbox"/> 擁壁の補修・補強 <input type="checkbox"/> のり面の補修・補強 <input type="checkbox"/> 宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強	<input checked="" type="checkbox"/> 応急補修	
目的	破壊防止	原因除去	<input checked="" type="checkbox"/> 機能回復 ・ <input checked="" type="checkbox"/> 耐久性回復
技術概要	<p>【概要】 ひびわれに沿って注入パイプを取り付け、注入治具（BLインジェクター）に特殊エポキシ樹脂注入材を注入しゴムを膨らまし、その注入治具を注入パイプに取り付け、ゴムチューブの縮む力を利用し、特殊エポキシ樹脂をひびわれに注入する工法である。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・注入材で膨らんだゴムチューブの内部圧力により、長時間にわたり注入続行するので、ひびわれの隅々まで確実に注入できる。 ・注入時間が大幅に短縮でき、熟練した注入技術は不要。 ・圧力管理、硬化確認が容易に行える。 ・特殊エポキシ樹脂注入材は注入用途により柔軟型、揺変型、低粘度型の3種類がある。 ・特殊ポリエステル系シーリング材を使用することにより施工時間が短縮できる。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれからの漏水が多い場合は施工の検討を要する。 		
施工法・ 施工手順	<pre> graph TD A[表面処理] --> B[取付けパイプの接着] B --> C[シーリングと硬化養生] C --> D[インジェクターの取付] D --> E[注入] E --> F[注入材の養生] F --> G[仕上げ] </pre>	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれに沿って5cm程度の幅で、ディスクサンダーなどでレイタンスや粉塵を除去する。 ・取付けパイプをひびわれの中心位置にシーリング材で取り付ける。 ・シーリング材でひびわれ部をシーリングする。 ・シーリング材の硬化養生を行う。 ・取付けパイプにインジェクターの接続パイプをはめ込む。 ・所定の配合比で混合攪拌した特殊エポキシ樹脂注入材をインジェクターの注入口から注入する。 ・インジェクターのゴムチューブが、注入量制限筒の内面いっぱい膨らんだら注入を止め、次の注入口に移る。 ・特殊エポキシ樹脂注入の硬化養生を行う。硬化はゴムチューブの硬さにより確認できる。 ・取付けパイプを除去した後、シーリング部をディスクサンダーにて平滑に仕上げる。 ・必要のある場合は、塗装を行う。 	
概算単価	10,000円/m程度(直工)		

参考表8-3 復旧工法要領シート(3)

復旧技術	プレキャスト枠工	分類	<input checked="" type="checkbox"/> 擁壁の補修・補強 <input type="checkbox"/> のり面の補修・補強 <input type="checkbox"/> 宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 本工法は、鋼管を芯とするプレキャストコンクリート製の梁を格子状に組み上げ、交点部に鉄筋補強材またはグラウンドアンカーを配することにより、高強度の法枠工を構築する工法である。プレハブ式であるため狭い場所での施工性にもすぐれる。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 永久構造物として適用が可能。 ・ プレハブ式なので、狭隘な箇所でも施工できる。 ・ 工場製品を主に使用するので、品質管理が行き届いている。 ・ 高強度の部材により既設擁壁の補強効果が高い。 ・ 部材交点部には鉄筋補強材、グラウンドアンカーいずれも使用することができる。 ・ 部材は計量コンパクトであるので、最小限の基礎工でよい。側溝等の制約上基礎工が設けられない場合は、鋼管を最下段交点部に配して基礎工とすることもできる。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地質その他の条件により適正な削孔機材を使用する。 ・ プレキャスト部材は、既設擁壁に十分密着するよう配慮する。 ・ 削孔に必要な幅は鉄筋補強材の場合通常2~3m程度でグラウンドアンカーの場合3.5m。 		
施工法・ 施工手順	<p>1. 基礎工 2. 部材組立工 3. 削孔工</p> <p>4. 鋼棒挿入及びセメントミルク注入工 5. アンカー定着および固結工</p>		
概算単価	50,000~70,000 円/m ² (直工) アンカー含む		

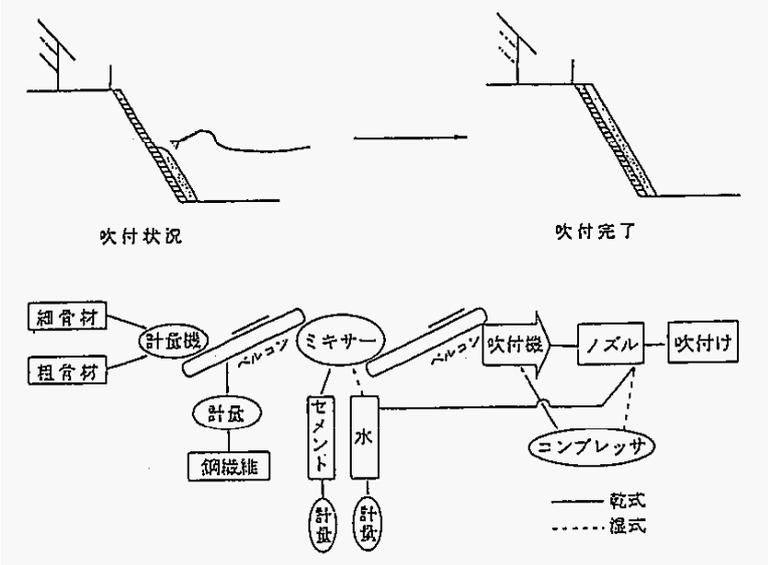
参考表8-4 復旧工法要領シート(4)

復旧技術	コンクリート沿打化粧型枠工	分類	■擁壁の補修・補強 □のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 従来のコンクリート沿打工法において、その構造物表面に様々な意匠を表現すめために支持型枠内に「化粧型枠」を取り付け、現場打設する工法である。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・景観に配慮した壁面が形成できる。 ・現場施工のため、均一なコンクリート強度が得られる。 ・様々な意匠が選択可能で現場での寸法あわせが容易である。 		
施工法・ 施工手段	<p>【施工手順】</p> <ol style="list-style-type: none"> ①基本設計(壁厚、セパ間隔等)は沿打工法に準ずる。 ②セパ長さは、化粧型枠総厚分をセットバックできるように決定する。 ③化粧型枠の取付方法は下記の例を参照する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>・チューブコーンを使用する場合</p>  <p>注)①型枠脱型後、チューブコーンを抜き易くするため、バルコーン廻し(取扱器具)にて、軸足を抜き取り、ひっかけ樺、ベンチ、プライヤー当てチューブを抜き取る。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>・六角ジョイントを使用する場合 (全てのマットに適する)</p>  <p>注)短セパを抜き易くするため、ビニールチューブを忘れないこと。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>・ストレートコーンを使用する場合</p>  <p>注)①型枠脱型後、ストレートコーンを抜き易くするために、周りにゴムを挿入するか、そのまま用いる場合は必ずグリースを塗布する。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>・大型ビーコンを使用する場合 (化粧面に大きな補修穴があくためできるだけ使用しないで下さい。)</p>  <p>注) ①目地、又はその交点にセット。 ②ビーコン脱型後のぼりとうはハツリ仕上げにする。</p> </div> </div>		
概算単価	20,000円/m ² (直工) アンカー無し 50,000~70,000円/m ² (直工) アンカー含む		

参考表8-5 復旧工法要領シート(5)

復旧技術	吹付砕工	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">応急補強</div> ・ 応急補修		
目的	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">破壊防止</div> ・ 原因除去 ・ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">機能回復</div> ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 金網型枠に吹付をして、崩壊した擁壁等に、擁壁の安定をはかる工法。緑化工を施工することにより自然環境との調和もはかることができる。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡易な機械設備(吹付プラント)で施工ができる。 ・ロープ足場施工ができ、金網型枠が軽量で埋め殺しのため、施工性は非常によい。 ・基礎工が不要である。 ・擁壁の変状規模が大きい場合、交点部にグラウンドアンカー工や鉄筋挿入補強土を併用できる。 ・全般に厚みの薄いコンクリート構造物なので、吹付後の養生に留意する必要がある。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロープ足場を使用して、架設吹付をおこなうので、狭隘な場所で施工可能である。 ・吹付プラントヤードは、幅 3.0~4.0m、延長 30m 程度が必要である。 		
施工法・ 施工手順	<p>①型枠材の設置位置を決める。</p> <p>②鉄筋・型枠材を設置する</p> <p>③型枠材設置後、吹付をおこなう。</p>		
概算単価	断面 (150×150) 10,000 円/㎡ (直工) 断面 (300×300) 19,000 円/㎡ (直工) 断面 (600×600) 39,000 円/㎡ (直工)		

参考表8-6 復旧工法要領シート(6)

復旧技術	鋼繊維補強コンクリート吹付工	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 本工法は、のり面表層にコンクリートを吹き付けることにより、のり面をコンクリートで被覆する工法であり、のり面の侵食を防止し、外気及び雨水等から遮断することにより風化を防止する。吹付けには乾式方式と湿式方法があり、近年では、湿式方式が主流となっている。通常コンクリート吹付は、乾燥収縮クラック防止などのためラス(金網)を使用するが、本工法はコンクリート中に鋼繊維を混入することで、作業工程を減らすことができる。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外気及び雨水等の遮断効果に優れており、植生工やプレキャスト法枠工と比較すると、その風化防止効果は非常に大きい。 ・機械設備が簡易かつ小型の可搬式機械で行えるので、狭い場所や高所ののり面でも容易に施工することができる。 ・施工面に直接吹付けるため、型枠が不要で、迅速な施工が可能である。 ・ラス(金網)の代わりに鋼繊維を使用することにより、作業工程を減じることができる。 ・コンクリート中に鋼繊維が混入しているため、通常のコンクリート吹付工よりも吹付厚を減らすことができる。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湧水が多いような箇所では吹付層との密着性が阻害され、剥離をきたす恐れがあるため、湧水処理を行う必要がある。 ・気温差が激しい地域では耐久性が問題となる。 		
施工法・ 施工手順	<p>【施工手順】</p> 		
概算単価	5,000~8,000円/m ² (直工) ※吹付厚 5~10cm		

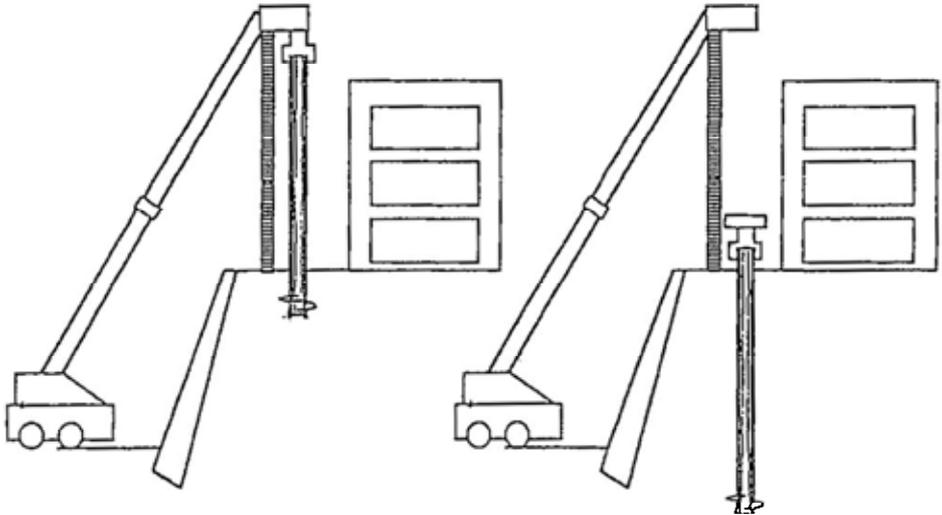
参考表8-7 復旧工法要領シート(7)

復旧技術	コンクリート吹付工	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 本工法は、のり面表層にコンクリートを吹き付けることにより、のり面をコンクリートで被覆する工法であり、のり面の浸食を防止し、外気及び雨水等から遮断することにより風化を防止する。吹付には、乾式方法と湿式方法があり、近年では湿式方法が主流となっている。通常はラス(金網)を使用するが、その代替として、スチールファイバーや合成繊維等を用いたものも施工されている。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外気及び雨水等の遮断効果に優れており、植生工やプレキャスト法枠工と比較すると、その風化防止効果は非常に大きい。 ・機械設備が簡易かつ小型の可搬機械で行えるので、狭い場所や高所ののり面でも容易に施工することができる。 ・施工面に直接吹き付けるため、型枠が不要で、迅速な施工が可能である。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湧水が多いような箇所では吹付層との密着性が阻害され、剥離をきたす恐れがあるため、湧水処理を行う必要がある。 ・気温差が激しい地域では耐久性が問題となる。 		
施工法・ 施工手順	<p>【施工手順】</p> <p>①厚さ5cm程度の下地吹きを行う。</p> <p>②下地吹付完了。</p> <p>③ラス金網、鉄筋を設定し、主アンカーピン及び補助アンカーピンを打設する。</p> <p>④所定厚さまで吹き付ける。</p> <p>⑤吹付完了。</p>		
概算単価	7,000～12,000円/m ² (直工)		

参考表8-8 復旧工法要領シート(8)

復旧技術	鉄筋類挿入工	分類	<input type="checkbox"/> 擁壁の補修・補強 <input checked="" type="checkbox"/> のり面の補修・補強 <input type="checkbox"/> 宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">応急補強</div> ・ 応急補修		
目的	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">破壊防止</div> ・ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">原因除去</div> ・ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">機能回復</div> ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 本工法は、NATM工法の原理を土留・法面に拡大適用したもので、自然の土の強度を利用して一体化した補強土壁体を形成し、土留・法面の安定を図る工法である。施工は地山を安定自立高さごとに段階的に掘削しながら表面にコンクリート吹付等の防護工と比較的短い補強棒を多数設置するという作業のくりかえす。なお、本工法（ジェットボルト工法）は、直径2mmのノズルより標準吐出圧力100 kg f/c m²のグラウト材を削孔と同時に噴射させるため、ボルト周辺地盤を改良・強化する効果をそなえており、崩壊性地盤に対しても大きな定着力を得ることができる。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・独自の設計手法で安全な補強土壁体を形成できる。 ・計測管理によって安全で確実な施工ができる。 ・地質状況や施工条件に対応できるフレキシブルな工法である。 ・法面を急勾配に保てるため用地を有効に利用できる。 ・施工方法が簡便なため、狭隘な場所や長大法面などのあらゆる現場条件に適用できる。 ・目的に応じた様々な表面防護工である。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水に十分留意する。（水抜き孔等で対応） ・小型ボーリングマシンで比較的狭い場所でも施工可能。一般的には幅3.5m程度、短いロッド使用で2.5mの幅で施工可能。 		
施工法・ 施工手順			
概算単価	8,000～11,500円/m（直工）※ボルト1.0m当たり		

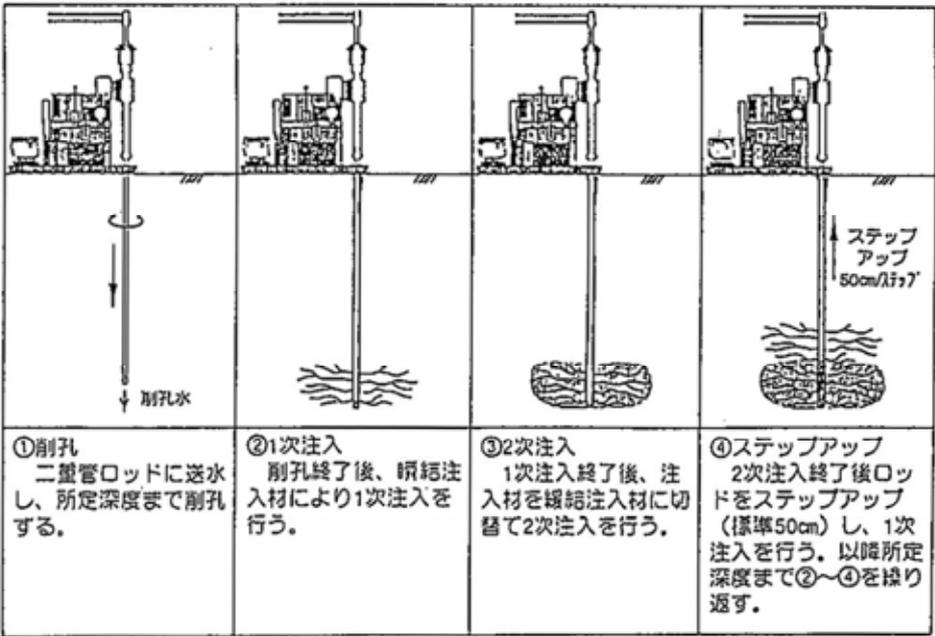
参考表8-9 復旧工法要領シート(9)

復旧技術	打ち込み抑止工 (スクリューパイル)	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 ■宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 本工法は建築基礎として開発された無排土回転圧入工法で、専用の小型施工機械によって乾式無排土で施工するため、狭い敷地で施工可能であり、地域住民、自然地盤に優しい工法です。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 乾式工法—水、泥水を使用しないため、自然地盤に悪影響を与えず施工できる。 ・ 無排土工法—回転埋設工法のため、建設残土が発生しない。 ・ 低騒音、低振動—専用の小型施工機械のため、騒音、振動が少なく施工できる。 ・ 狭隘地—専用の小型施工機械のため、狭い場所で施工できる。 ・ 経済性—他工法と比較して、多くの場合経済的である。 ・ 信頼性—確実な杭工法のため、壁面の変位が少なく安全性が高い。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 住宅に近づいて杭の施工できる。 ・ 水、セメント、泥水を使用せず施工できるため、プラントが不要となり比較的狭い場所でも施工できる。 ・ 裏込め盛土に、ガラ等を含んでいないことを確認する。 		
施工法・ 施工手順	 <p>施工機仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ラフター型杭打ち機械 巾3m、長さ5m ・ 専用杭打ち慶 巾2.0m、長さ4m <p>1) ラフター式杭打ち機で、抗芯をセットし鉛直性を確認した後、回転力を杭に与え羽根の推進力で杭を埋設する。</p> <p>2) 所定の深さまで回転埋設終了を確認後、キャップを外して施工完了。施工終了後ハイル中空部にコンクリートを充填する。</p>		
概算単価	75,000~85,000 円/本 (直工) ※杭長6~7m、14~16本/日とする		

参考表8-10 復旧工法要領シート(10)

復旧技術	軽量盛土工	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 ■宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 当工法は、粘性土とセメント系固化材、水を混練して作られたスラリー状のモルタルに気泡が混合した軽量気泡ソイルセメントを盛土材もしくは擁壁等の裏込め材として適用し、荷重、土圧の軽減を期待するものである。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気泡混合量を調整することにより、単位体積重量を0.7～1.3t/m³の範囲で任意に設定できる。 ・安定材(セメント系固化材)の添加量を変化させることにより、要求強度に合った経済的な配合選定が可能である。 ・材料は流動性に富み圧送能力が高く、セルフレベリング性に優れている。また、単位水量及び気泡混合量により流動性の調整が可能である。 ・粘性土を主材料に使用しているため、現地発生土等の有効利用が可能である。 <p>【施工条件】 施工プラントの設置場所が確保できれば、狭い場所での施工が可能である。 圧送ポンプの能力、気泡の混合量による流動性の違いにより差はあるが、最大500mの圧送が可能である。</p>		
施工法・ 施工手順	<p>【用途・適用】 増し積み擁壁の復旧に関しては、下図のような適用が考えられる。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>増し積みの解体・撤去 → 型枠施工 → 軽量気泡混合土打設 → 完成 背面土砂の撤去</p>		
概算単価	15,000～20,000円/m ³ (直工)		

参考表8-11 復旧工法要領シート(11)

復旧技術	薬液注入工		分類 ■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 ■宅地地盤の補修・補強	
区分 (復旧レベル)	応急補強	・ 応急補修		
目的	破壊防止	・ 原因除去	・ 機能回復	・ 耐久性回復
技術概要	<p>【概要】 薬液注入工とは、地盤中に一定時間すると固化する材料(注入材)を注入して、地盤の透水性を減少させたり、地盤の強化を図る地盤改良工法である。 この効果を発揮するためには、注入材が地盤を構成する土粒子間に十分に浸透して固結する必要がある。このため、ゲルタイム(注入材の固化時間)の短い圧入材(瞬結材)と長い注入材(緩結材)を交互に注入することにより、均質な浸透固結地盤を形成することを可能にした注入工法が提案されている。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工機械は小型削孔機で、注入管を斜めに削孔することもできるので、狭い場所での施工が可能である。 ・ 注入材に恒久性材料(恒久グラウト)を用いることにより、永久構造物としての適用が可能である。 ・ 砂質土地盤においては、瞬結材で地盤のゆるんだ弱点を充填補強した後、緩結材で浸透固結することにより確実な改良地盤を形成する。 ・ 粘性土地盤においては、注入材は土粒子間に浸透できないため脈状に注入され、助的な補強効果を発掘する。 ・ 施工に伴う騒音、振動が少ない。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 改良範囲は擁壁から少なくとも1m以上離す必要がある。(擁壁の変状、注入材の流出) ・ 小型削孔機の設置幅として、地上からの鉛直方向施工の場合2m以上、擁壁側からの水平方向施工の場合3.5m以上が必要。 			
施工法・ 施工手順	<p>【複相式二重管ストレナ注入式の例】</p>  <p>①削孔 二重管ロッドに送水し、所定深度まで削孔する。</p> <p>②1次注入 削孔終了後、瞬結注入材により1次注入を行う。</p> <p>③2次注入 1次注入終了後、注入材を緩結注入材に切替えて2次注入を行う。</p> <p>④ステップアップ 2次注入終了後ロッドをステップアップ(標準50cm)し、1次注入を行う。以降所定深度まで②～④を繰り返す。</p>			
概算単価	土量あたり 30,000～40,000円/m ³ (直工) ※注入率30%程度			

参考表8-12 復旧工法要領シート(12)

(空石積擁壁の場合は仮復旧扱いとする)

復旧技術	ソイルネイリング工		分類 ■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強	・ 応急補修	
目的	破壊防止	・ 原因除去	機能回復 ・ 耐久性回復
技術概要	<p>【概要】 本工法は、ドイツのパウアー社が開発した法面の安定工法で、将殊加工した鋼棒(ネイル)を一定間隔で地中に設置して地中土塊を構成する。この補強土塊は重力式擁壁として働き、掘削斜面あるいは怯面を安定保持する。ネイルの間隔と長さは、このシステム独自の計算方法によりコンピュータによって設計される。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小型機械による施工が可能なので、狭い場所や急傾斜のところにも適用できる。 ・ 永久構造物として適用が可能。 ・ 施工方法が簡便であり、騒音・振動が少ない。 ・ 合理的な計算方法によるため、壁面の変位が少なく安全性が高い。 ・ 従来工法と比べ、多くの場合に経済的になる。 ・ 用途に応じて種々の表面防護工を選定できるため、景観を考慮した壁面が形成できる。 ・ 掘削と並行して土留壁が形成される。 ・ 土留杭の打設が不要。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水に十分留意する。(水抜き孔等で対応) ・ 小型ボーリングマシンで比較的狭い場所でも施工可能。一般的には幅 3.5m 程度、短いロッド使用で 2.5m の幅で施工可能。 		
施工法・ 施工手順	<p>① 足場組立および石積み穴明け工</p> <p>② ガス管設置および削孔工</p> <p>③ セメントペースト注入および削孔工</p> <p>④ ドリルパイプ引抜き工</p> <p>⑤ プレート取付およびナット締付工</p> <p>①～⑤の反復作業法、再度足場を組立て、化粧覆板を取付け、コンクリートを現場打ちする。</p>		
概算単価	80,000～100,000 円/m ² (直工)		

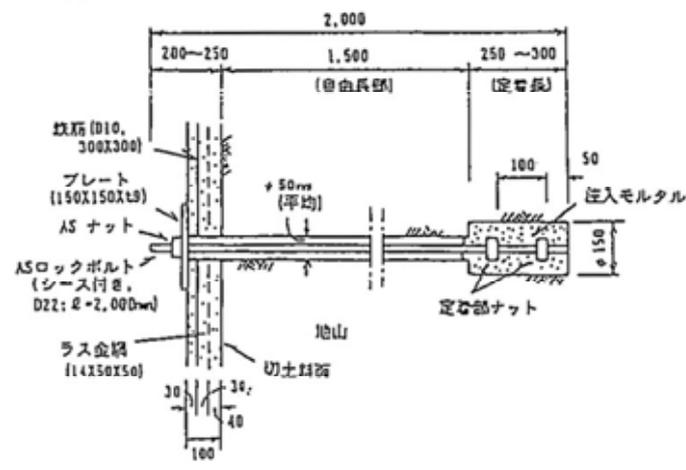
参考表8-13 復旧工法要領シート(13)

(空石積擁壁の場合は仮復旧扱いとする)

復旧技術	ルートパイル工		分類 ■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 ■宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 地山を対象として補強土工法であるが構造物の基礎としても用いる。 芯材をモルタル注入皮膜したルートパイルと呼ばれる小口径杭(通常径 100 mm前後)を、土を抱えこむように 3 次元的に配置する。注入するモルタルに硬化膨張性モルタル(EP モルタル)を使用し、地山とより強固な一体化を図る。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原則としてケーシングを使用し、ロータリー式及びロータリーパーカッション式ボーリングマシンで穿孔するので転石まじりを含む複雑な地層や岩盤など広範囲の地質に適用可能である。 ・小口径杭であるため施工時に付加的な荷重を与えず、不安定な地山も静的に補強できる。 ・あらかじめ掘削することなく、パイルと土との合成補強体を構築できる。 ・通常小型のボーリングマシンを用いるので、狭所、急斜面上、高所等でも施工できる。 ・がけや急斜面の補強工事において周囲の景観を損なわない。 ・引張補強に用いた場合、地山の変形は非常に小さい。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・適用地盤 N値 0~3 の粘性土を除くあらゆる地層。転石混じりの地層や岩盤などにも適用可能。 ・施工可能深度 4m~25m (最適 5~8m) 		
施工法・ 施工手順	<p>The flowchart details the construction steps: 1. 打設位置芯出し (Core alignment at installation position), 2. プラント仮設 (Temporary plant setup), 3. 足場工 (Scaffolding work), 4. 削孔機移動 掘削 (Drilling machine movement and drilling), 5. 削孔 (Drilling), 6. 注入パイプ挿入 モルタル注入 (Insertion of injection pipe and mortar), 7. 芯材挿入 (Core material insertion), 8. モルタル補充 エアー加圧 (Mortar replenishment and air pressure), 9. 抗頭処理 (Head treatment). A feedback loop labeled '反復作業' (Repetitive work) connects the 'Mortar replenishment' step back to the 'Drilling' step.</p> <p>The diagrams show a cross-section of a building with root piles installed in the soil. Labels include 'EPモルタルパイル工' (EP mortar pile work) and 'キャッピングビーム工' (Capping beam work).</p>		
概算単価	12,000~35,000 円/m (直工) ※パイル長 1.0m 当たり		

参考表8-14 復旧工法要領シート(14)

(空石積擁壁の場合は仮復旧扱いとする)

復旧技術	ロックボルト工	分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修		
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復		
技術概要	<p>【概要】 短ボルト工法は、切土斜面内に設けた先端を拡幅した削孔内に、拘束圧付加型ボルトを挿入して、削孔先端部にモルタル等の固結材で定着した後、さらにボルト頭部の壁面プレートをナットで締め付けてボルト軸力(P)を導入して、ボルト先端と壁面プレート間の地山部に拘束圧($\Delta\sigma$)を付加した圧縮された壁状の補強領域を形成するものである。この地山に加えられた拘束圧は地山の強度を増加させ、壁状の補強領域は一体化され変形に追従できる一種の仮想擁壁として挙動し破壊に抵抗する。</p> <p>【特徴】 この工法の利点は短ボルトでも効果的な補強ができることにある。また摩擦型ボルト工法と同様に施工が簡単で、経済的な地山補強が可能であり、施工手順も共通部分が多い。施工手順として内容が異なるのは、その先端部を拡幅させたボルト挿入孔を削孔すること、この先端拡幅部にボルトをモルタル等の固結材で定着させ、かつそれ以外のボルトは自由長とするために注入された固結材と分離しておくためのシースが必要なことである。</p> <p>【施工条件】 ・ 礫地盤や転石のある地盤には不向きである。 ・ 地下水対策が必要。 ・ 小型機械(ボーリングマシン)で削孔が可能である。</p>		
施工法・ 施工手順	<p>【施工手順】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地山を掘削機械等により一段切土する(標準切土高さ約2m) ・ のり面保護のためにラス金網あるいは格子鉄筋等を張り付けてモルタルを吹き付ける。 ・ 拡幅削孔ビットにより所定ピッチ($\Delta V_x \Delta H$)で、ボルト自由長部に相当する深さまで、削孔してから、さらにボルト定着長を孔径を拡大して削孔する。 ・ 拡孔定着部にモルタルを注入してから、短ボルトを挿入する。 ・ ボルト頭部に壁面プレート、ナットを設置し仮定着する。 ・ モルタル固結後の所定のトルクでナットを締め付け、地山に拘束圧を付加する。 ・ 次段階に進む。 		
概算単価	30,000~40,000円/m ² (直工)		

参考表8-15 復旧工法要領シート(15)

(空石積擁壁の場合は仮復旧扱いとする)

復旧技術	グラウンドアンカー工		分類	■擁壁の補修・補強 ■のり面の補修・補強 □宅地地盤の補修・補強
区分 (復旧レベル)	応急補強 ・ 応急補修			
目的	破壊防止 ・ 原因除去 ・ 機能回復 ・ 耐久性回復			
技術概要	<p>【概要】 アンカーを安定地盤に定着させ、プレストレスをかけることにより、せん断抵抗力を増大させ、擁壁変状・崩壊を防止する。</p> <p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・比較的小型なボーリングマシンを使用して施工できる。(作業幅5.0m程度) ・比較的大きな土圧・すべり力に対し、対応できる。鋼線タイプのテンドンの場合、狭隘な場所でも現地への搬入が容易である。 ・緊張定着時に大きな荷重(20~100tf程度)を導入するため、鉄筋帯造物や鋼構造物の受圧板が必要となる。 <p>【施工条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリングマシン、ドリリングマシンで施工する。一般に必要な作業幅は、ボーリングマシンの場合3.5m、ドリリングマシンの場合5.0m程度必要である。 			
施工法・ 施工手順	<p>①足場仮設を行い、ボーリングマシンで所定の位置まで、削孔を行う。</p> <p>②テンドン挿入後、グラウトを注入する。</p> <p>③アンカーの受圧構造物を施工する。④所定の養生期間の後、緊張定着を行う。</p>			
概算単価	30,000~40,000円/m ² (直工)			

参考資料 - 9

宅地擁壁復旧対策工法の事例

事 例 1

適用工法

ブロック積擁壁工再構築



擁壁の被災状況写真-1



擁壁の被災状況写真-2



対策工施工後状況写真-1



対策工施工後状況写真-2

事 例 2

適用工法

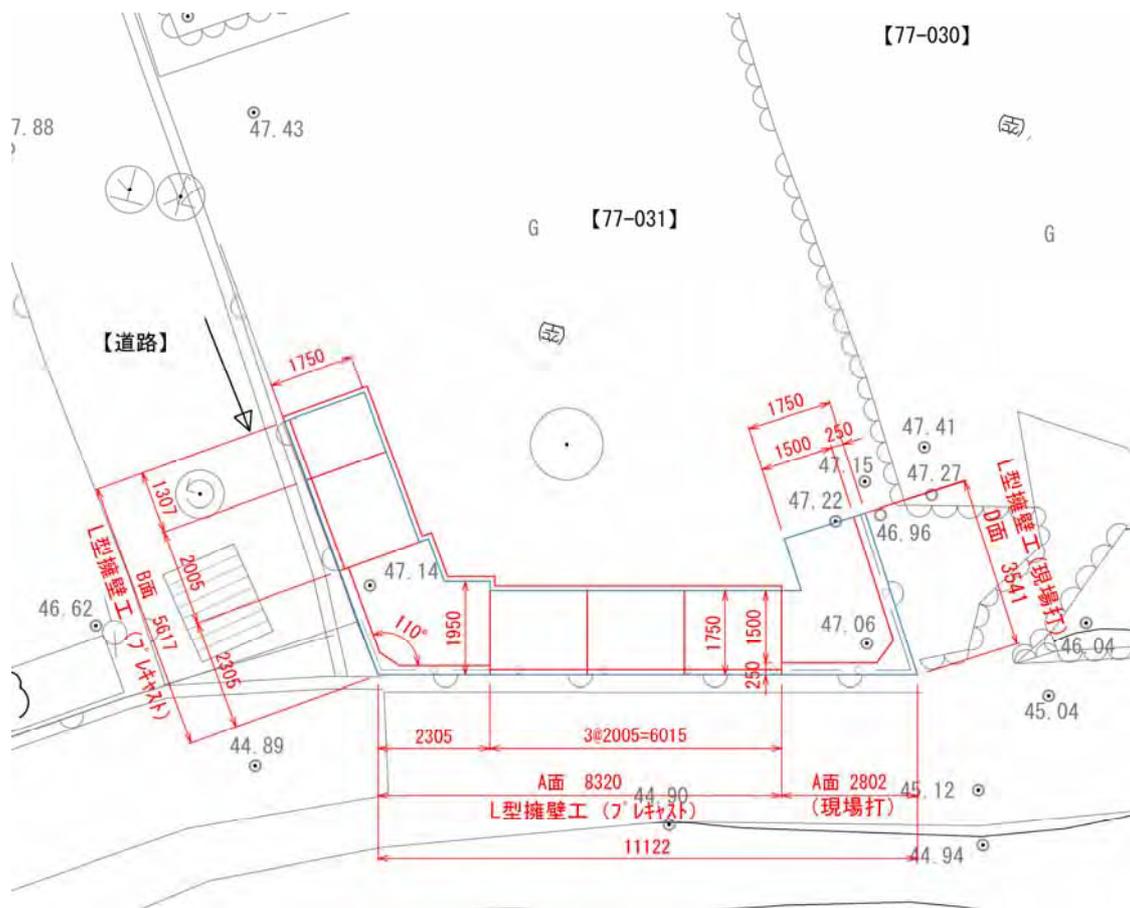
プレキャストL型擁壁工再構築



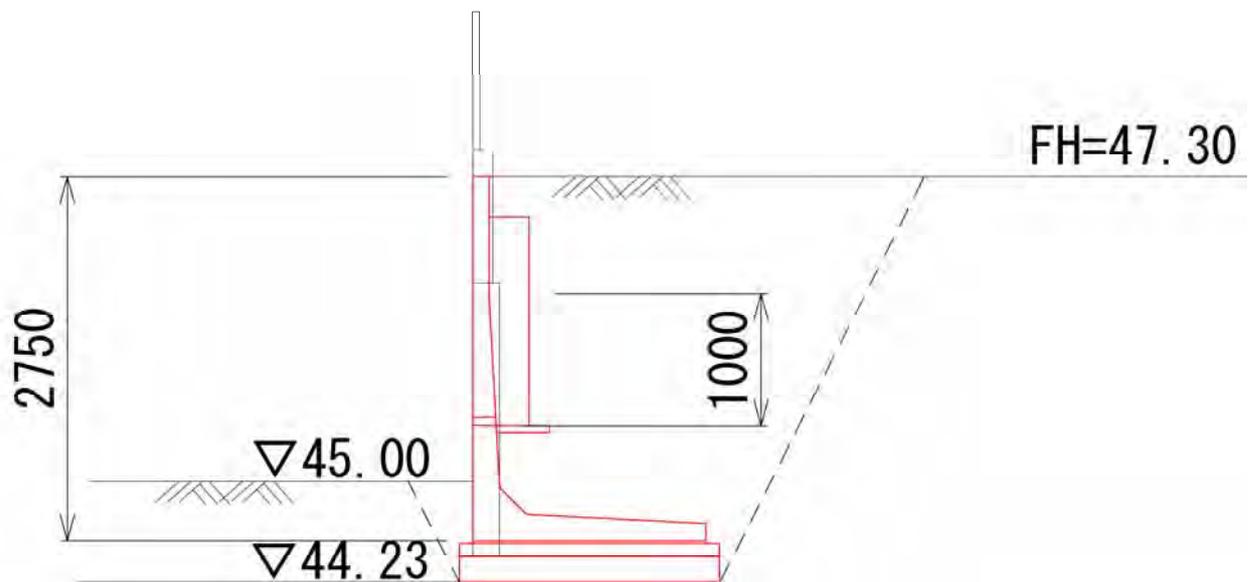
擁壁の被災状況写真-1



擁壁の被災状況写真-2



対策工計画平面図



対策工計画断面図



対策工施工後状況写真-1



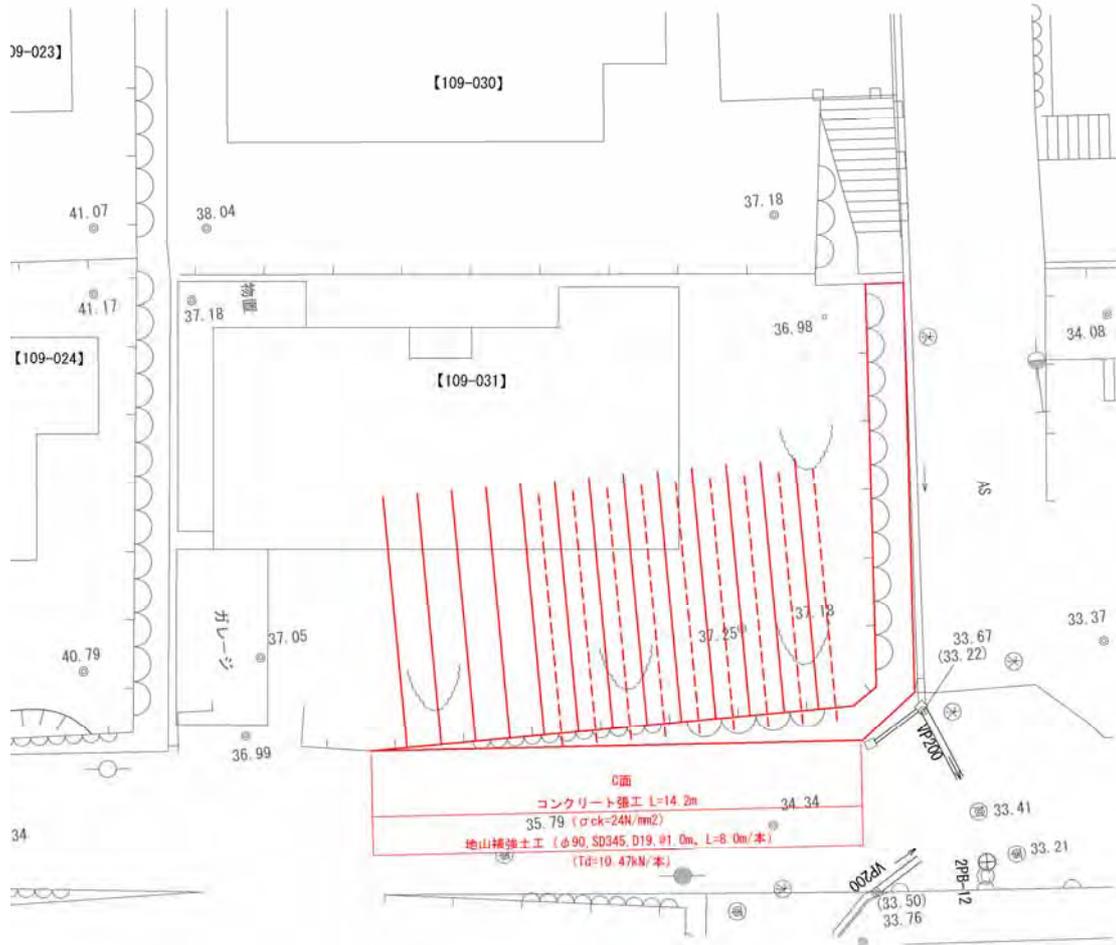
対策工施工後状況写真-2

事 例 3

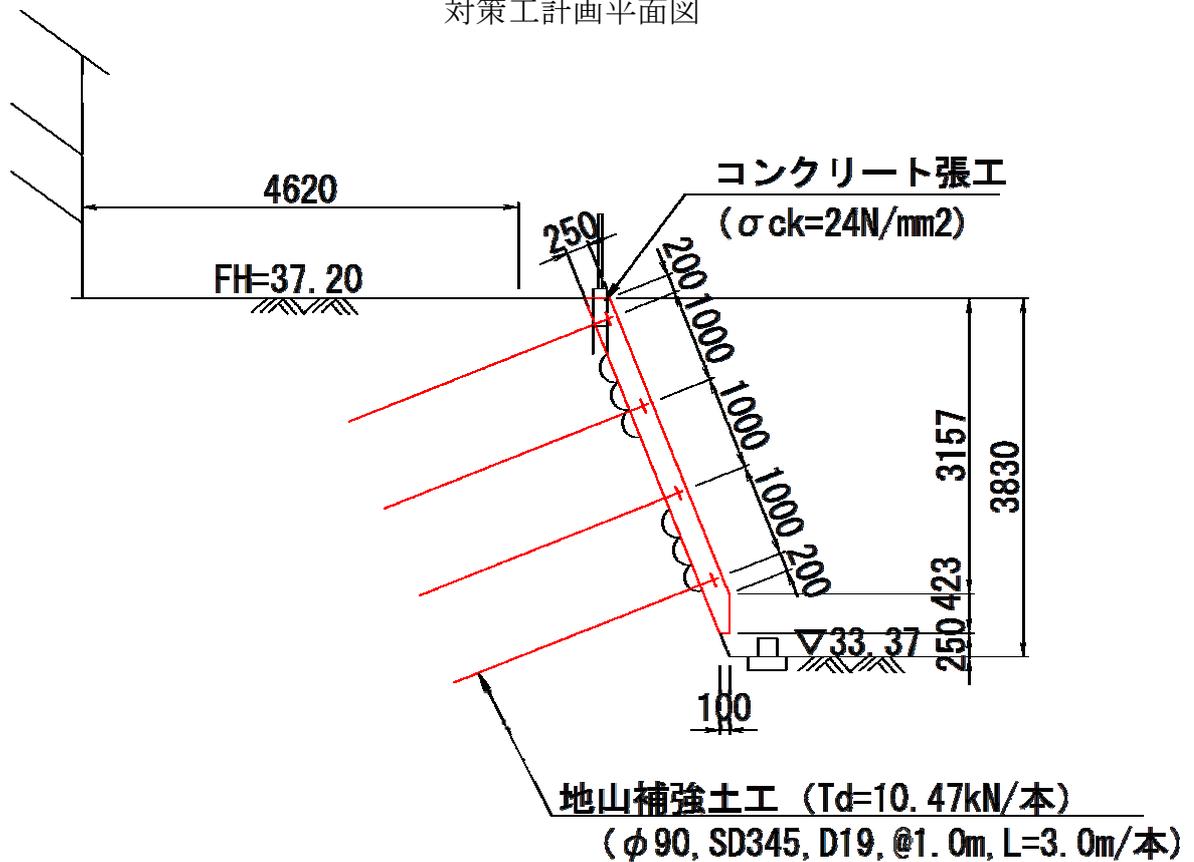
適用工法 鉄筋挿入工



擁壁の被災状況写真-1



対策工計画平面図



対策工計画断面図



対策工施工後状況写真-1



対策工施工後状況写真-2

事例 4

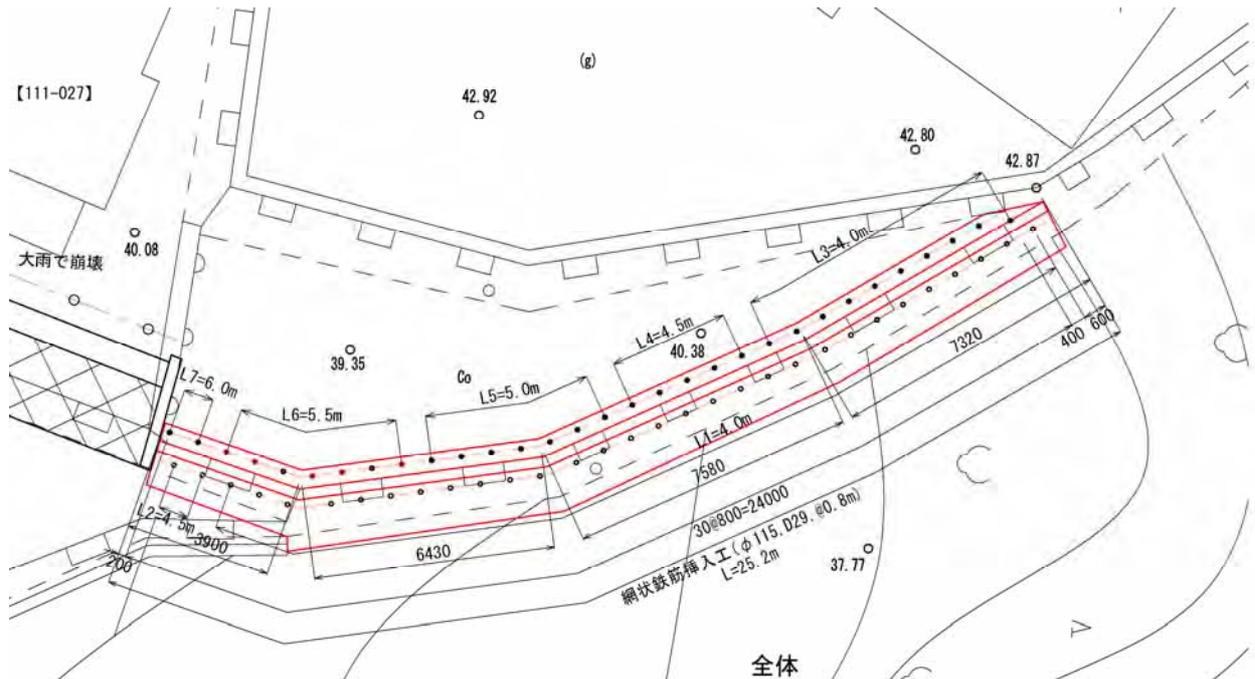
適用工法 網状鉄筋挿入工



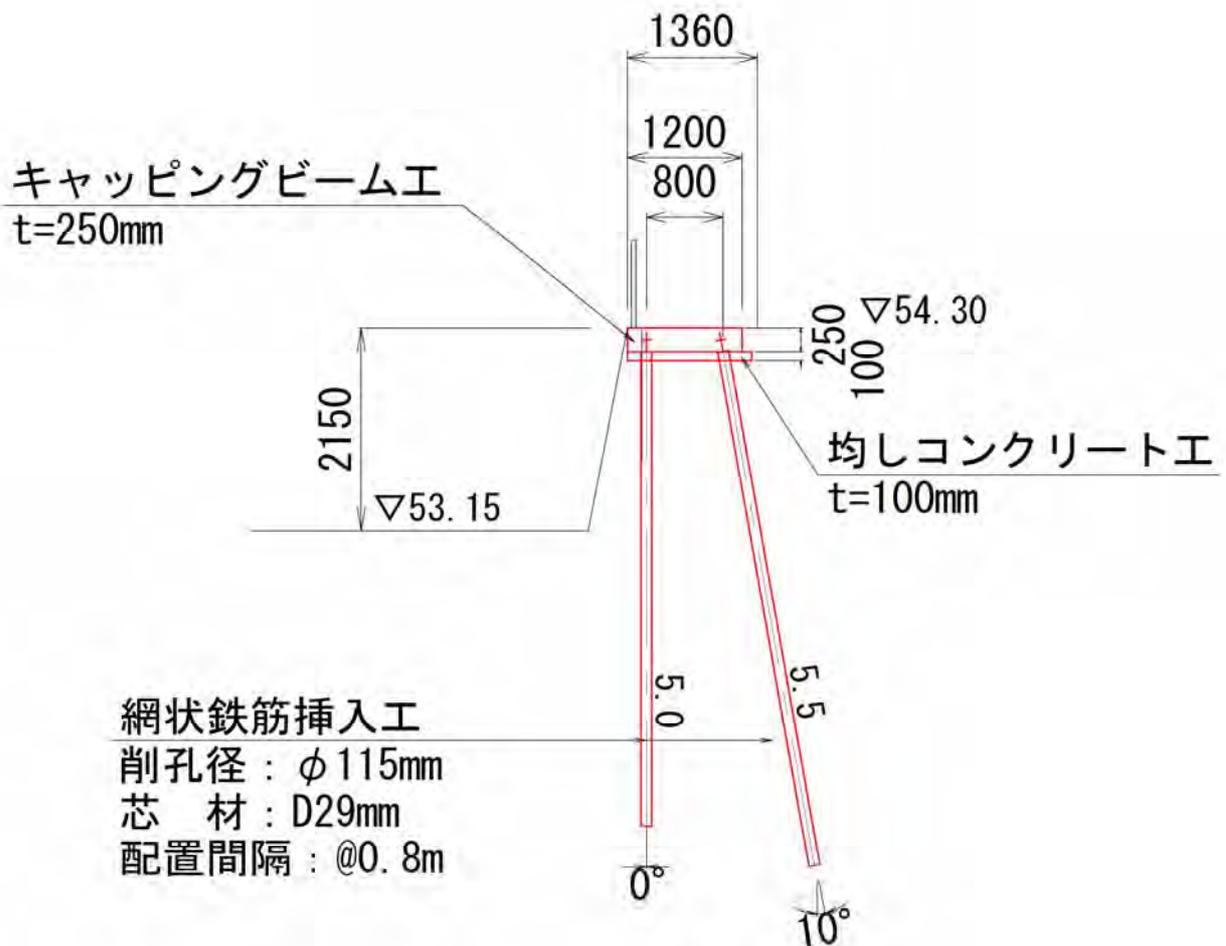
擁壁の被災状況写真-1



擁壁の被災状況写真-2



対策工計画平面図



対策工計画断面図



対策工施工後状況写真-1



対策工施工後状況写真-2

事 例 5

墨汁・墨を用いた 新規打設コンクリート表面の 修景に関する実験的検討

墨汁・墨を用いた新規打設コンクリート表面の修景に関する実験的検討

国土技術政策総合研究所 水野正樹 (前 北陸地方整備局神通川水系砂防事務所)

北陸地方整備局神通川水系砂防事務所 高橋博己

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○江島敬三, 安田武道, 堂ノ脇将光, 角田皓史, 今城貴弘

1. はじめに

神坂砂防えん堤は、観光地である高山市奥飛騨温泉郷地先に昭和 34 年に完成された高さ 20.0m, 堤長 144.0m の重力式砂防えん堤であり、施工後 50 年経過していることでコンクリート表面は黒ずみ、一部は苔生すことで周辺景観と馴染んだ色合いを呈している。この神坂砂防えん堤の副えん堤に流木補足工を設置することとなり、嵩上げによる新規のコンクリートを打設するが、新規に打設するコンクリート面と既設のコンクリート面のコントラストが明確となり、観光地の景観を妨げる可能性が高い。

そのため、本検討は、新規に打設するコンクリート面に既設コンクリート面に近い色合いで着色をし、周辺景観と調和したえん堤を確保できる方法を実験により検討するものである。

2. 実験方法

実験では、神坂砂防えん堤の副えん堤で新規に打設するコンクリート面と同一なコンクリート面を再現した「コンクリートブロック」を新たに製作し、このブロック表面への着色処理を変えて比較して、最適な方法を検討した。

① 着色方法・着色剤

表面の着色方法は、別途、「顔料入りコンクリートの打設案」、「化粧型枠(浸透着色)による打設案」、「コンクリート用着色材による着色案」等と比較検討を行った結果、経済性に優れ、天然由来の素材を用いることが可能な「**墨汁および墨による着色案**」を採用した。なお、墨汁の素材は以下の天然由来の材料を用いた。

○^{すす}煤：油煙や松煙などから採取したもの

○^{にかわ}膠：動物性コラーゲンから抽出したもの

② コンクリートブロック表面状況

着色時のコンクリート表面の湿潤状況や凹凸によって、着色後の明度状況の経過が異なる可能性があるため、コンクリートブロックの型枠撤去後から着色実施までの日数や表面の凹凸の有無を変えて比較した。

③ 屋外実験

製作したコンクリートブロックに着色剤で着色をし、明度を把握する。さらに、雨水による色落ち状況を把握するため、「着色の数日後から 1 週間毎に水を散布したケース」の状況も比較する。

④ 評価方法

標準色票の「明度スケール (N9.5~N1.0)」により評価する (写真 1 参照)。なお、現況えん堤の明度は写真から判断すると「N6.0~N5.0」程度の範囲である。

⑤ 実験ケース

着色剤 (墨汁・墨)、墨汁濃度について打設したコンクリートの養生期間および乾燥後の状況で実験を

実施した (表 1, 写真 2 参照)。

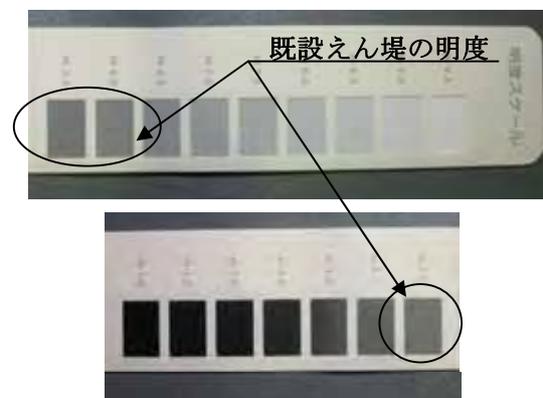
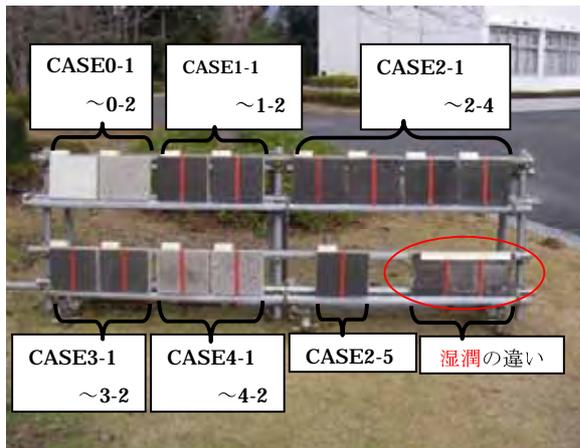


写真 1 明度スケール

表 1 実験ケース一覧表

実験ケース	着色剤と配合		湿潤状況 (型枠撤去後)
CASE0-1	無し		観察
CASE0-2	無し		
CASE1-1	墨汁	墨汁 1 水 1	9 日後
CASE1-2		墨汁 1 水 1	9 日後
CASE2-1	墨汁	墨汁 1 水 4	4 日後
CASE2-2			7 日後
CASE2-3			9 日後
CASE2-4			9 日後
CASE2-5			9 日後
CASE3-1	墨汁	墨汁 1 水 20	9 日後
CASE3-2			9 日後
CASE4-1	墨		9 日後
CASE4-2			9 日後



注) 現地の着色は、夏場等に実施するため、コンクリート表面は乾燥状態で実施。

写真 2 実験状況

3. 実験結果

各ケースの着色後経過日数と明度の関係を図 1、墨汁の水配合の明度の関係を図 2に示す。

その結果、明度は着色後 1 ヶ月までは低減するが、1 ヶ月以上経過すると一定値となる。1 ヶ月後の明度で評価すると、既設神坂砂防えん堤の「明度 6.0 ~ 5.0」を確保するためには、図 2で示す傾向から「墨汁 1 : 水 100 以上」で対応できるが、今回の実験期間が冬季の 2 ヶ月間と短く、夏季等の長期の紫外線による退色を考慮すると、やや濃い「**墨汁 1 : 水 50**」程度で施工することで、現況既設砂防えん堤の明度を確保できると考えられる。

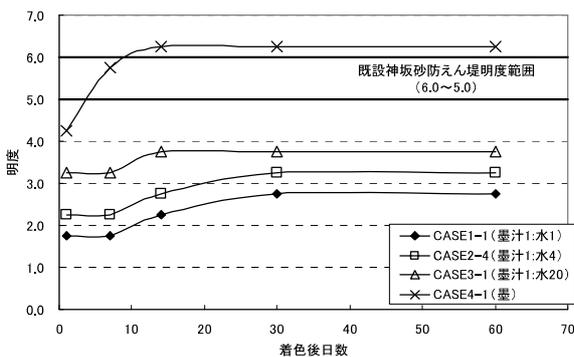


図 1 着色後日数と明度の関係

なお、実験で把握できた項目は、

- 墨汁・墨の違いについては、墨は、着色作業が複雑で、明度も墨汁に比べ高い(薄い)。よって、作業が簡単で均等に着色でき、明度も低い(濃い)墨汁が望ましい。
- 表面の乾燥・湿潤状態の違いについては、型枠撤去後(4~9日後)の着色日の違いによる明度変化は

生じないことが判明した。

- 1週間毎の水の散布の有無による明度の差は無く、雨水による退色も小さいと考えられる。
- 墨汁の着色時の濃度については、墨汁の初期着色配合は、「墨汁 1 : 水 50」程度で、既設えん堤の明度を確保できると考えられる。
- 本実験では、カップワイヤーブラシでコンクリート表面に凹凸を設け、凹凸の有無による明度の違いについても検討した。着色無しの場合には凹凸有が凹凸無に比べ明度は **1.0~1.5** 程度低下(濃い)したが、着色有りの場合には明度は **0.5~1.0** 程度上昇(薄い)する(写真 3参照)。

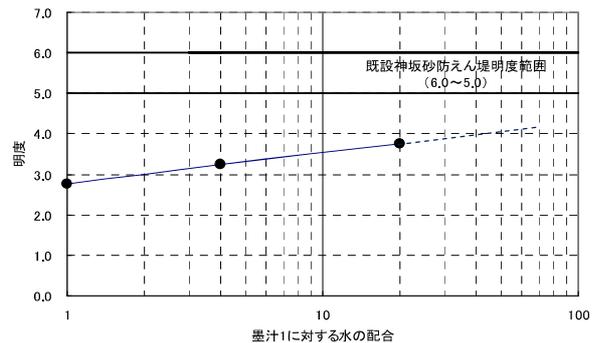


図 2 墨汁の水配合と明度の関係

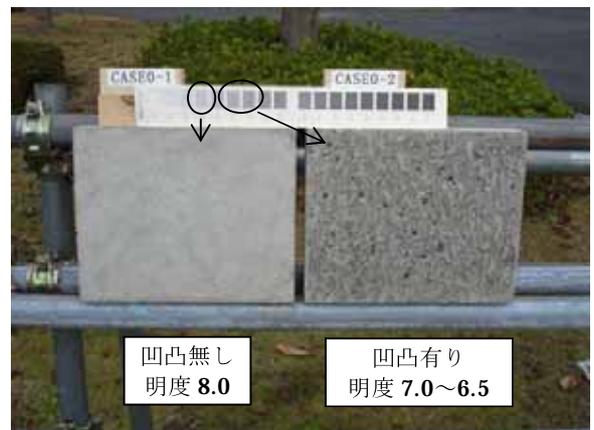


写真 3 表面凹凸の有無による明度の違い(着色無)

4. おわりに

本検討では、着色後の2ヶ月間での評価であるが、天然由来の「墨汁」を水で薄めて用いる経済的な方法で、コンクリート表面の色合いを望ましい明度に調整できることが把握できた。ただし、今後現地施工後のモニタリングを行い、数年オーダーでの明度スケールの変化等を把握することが望ましい。

参考資料 - 10

擁壁工法の設計時に照査すべき検討事項

出典：宅地防災マニュアルの解説、平成 19 年 12 月、宅地防災研究会編集
P303、P321、一部加筆修正

1. 擁壁に求められる性能

開発事業において設置される擁壁は、平常時における安全性を確保するために必要な性能を確保することはもちろん、地震時においても各擁壁に求められる安全性を確保するために必要な性能を備えておく必要がある。このため、宅地造成等規制法に基づく許可あるいは都市計画法に基づく開発許可の対象となる擁壁については、常時、中地震時、大地震時においてそれぞれ想定される外力に対して、次の性能を満足するように設計を行う。

①常時

常時荷重により、擁壁には転倒、滑動及び沈下が生じずクリープ変位も生じない。また、擁壁躯体にクリープ変形が生じない。

②中地震時

中地震時に想定される外力により、擁壁に有害な残留変形が生じない。

③大地震時

大地震に想定される外力により、擁壁壁が転倒、滑動及び沈下が生じず、また擁壁躯体にもせん断破壊あるいは曲げ破壊が生じない。

2. 照査のための検討事項

常時、中地震時及び大地震時において備えるべき性能について照査するために、以下の検討を行う。

(1) 常時における検討

- ①擁壁全体の安定モーメントが転倒モーメントの **1.5** 倍以上であること。
- ②擁壁底面における滑動抵抗力が滑動外力の **1.5** 倍以上であること。
- ③最大接地圧が、地盤の長期許容支持力以下であること。
- ④擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の長期許容応力度以内に収まっていること。

(2) 中地震時における検討

- ①擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の短期許容応力度以内に収まっていること。

(3) 大地震時における検討

- ①擁壁全体の安定モーメントが転倒モーメントの **1.0** 倍以上であること。
- ②擁壁底面における滑動抵抗力が滑動外力の **1.0** 倍以上であること。
- ③最大接地圧が、地盤の極限支持力以下であること。
- ④擁壁躯体の各部に作用する応力度が、終局耐力（設計基準強度及び強度）以内に収まっていること。

以上についてまとめると、参考表 10-1 のようになる。

参考表 10-1 安全率 (Fs) 等のまとめ

	常時	中地震時	大地震時
転倒	1.5	—	1.0
滑動	1.5	—	1.0
支持力	3.0	—	1.0
部材応力	長期許容応力度	短期許容応力度	終局耐力* (設計基準強度及び 基準強度)

*：終局耐力とは、曲げ、せん断、付着割裂等の終局耐力をいう

鉄筋コンクリート造等擁壁の設計において、中地震時及び大地震時の照査を行うかどうかは、地域の状況等に応じて適切に判断するものとするが、一般的には高さが **2m** を超える擁壁については、中・大地震時の検討も行うものとする。

参考資料－11

宅地造成等規制法施行令第14条に基づく 認定擁壁一覧表（大臣認定擁壁）

平成 27 年 4 月現在

番号	名称	認定書番号	認定年月日	認定取得者
1	三段ブロック	建設省東住第10号	昭和38年1月26日	東新コンクリート工業(株)
2	スクラム式間知ブロック	建設省東住第93号	昭和39年9月1日	スクラム式間知ブロック全国代表・特殊高圧コンクリート研究所
3	佐々木式安定三角ブロック	建設省東住第94号	昭和39年9月1日	佐々木セメント技術研究所
4	特許中本式強カブロック	建設省広住第5号	昭和39年9月1日	中本禎造
5	藤式V型ブロック	建設省奈住第30号	昭和39年9月1日	近畿建材(株)
6	π (パイ) 型ブロック	39建設省東住第114号	昭和40年2月18日	(有)不二設計所
7	Δ (デルタ) 型ブロック	39建設省東住第115号	昭和40年2月18日	(有)不二設計所
8	東横防災ブロック	39建設省神住第156号	昭和40年2月18日	東横セメント工業(株)
9	間知コンクリートブロックSK-1型	39建設省神住第151号	昭和40年2月18日	相鉄興業(株)
10	京阪式安全ブロック第1型	39建設省阪住第271号	昭和40年2月18日	京阪コンクリート工業(株)
11	京阪式安全ブロック第6型	39建設省阪住第271号	昭和40年2月18日	京阪コンクリート工業(株)
12	京阪式安全ブロック第8型	39建設省阪住第271号	昭和40年2月18日	京阪コンクリート工業(株)
13	新日本式ブロックA型	39建設省阪住第303号	昭和40年2月18日	新日本コンクリート工業(株)
14	小牧式T型ブロック	39建設省鹿住第51号	昭和40年2月18日	南日コンクリート(株)
15	共和式間知ブロック	39建設省北住第162号	昭和40年2月18日	共和コンクリート工業(株)
16	盃型コンクリートブロック	39建設省北住第162号	昭和40年2月18日	共和コンクリート工業(株)
17	改良型三段ブロック	建設省東住第43号	昭和40年2月28日	東新コンクリート工業(株)
18	本州式コンクリートブロック I 型	建設省東住第43号	昭和40年2月28日	本州コンクリート工業(株)
19	東興ブロック	建設省東住第43号	昭和40年2月28日	全日本東興ブロック協会
20	キングブロックを用いる鉄筋コンクリート造斜め格子梁型	建設省計宅開発第61号	昭和42年11月1日	キングコンクリート工業(株)
21	目地モルタルを使用する大谷石積み造擁壁	建設省計宅開発第73号	昭和43年11月20日	大谷石材協同組合
22	草竹式扶壁付きブロック3号	建設省奈計宅開発第11号	昭和44年5月15日	草竹コンクリート工業(株)
23	草竹式扶壁付きブロック4号	建設省奈計宅開発第11号	昭和44年5月15日	草竹コンクリート工業(株)
24	DTブロック(凸型2号)	建設省形計宅開発第3号	昭和44年10月24日	東奥プレコン振興(株)
25	野田式N・Sブロック	建設省広計宅開発第3号	昭和44年10月24日	(株)野田組
26	小牧式(1-H型)コンクリート・ブロック	建設省鹿計宅開発第6号	昭和44年10月24日	南日コンクリート(株)

平成 27 年 4 月現在

番号	名称	認定書番号	認定年月日	認定取得者
27	太洋式安定カンニューブロック	建設省長計宅開発第12号	昭和44年10月24日	太洋興業建設(株)
28	草竹式扶壁付きブロック5号	建設省奈計宅開発第3-1号	昭和44年10月24日	草竹コンクリート工業(株)
29	ニコーブロック	建設省栃計宅開発第5号	昭和44年10月24日	坂本産業(株)
30	△(デルタ)型ブロック	建設省計宅開発第45号	昭和45年3月6日	(有)不二設計所
31	π(パイ)型ブロック	建設省計宅開発第47号	昭和45年3月6日	(有)不二設計所
32	盃型ブロック	建設省計宅開発第49号	昭和45年3月6日	共和コンクリート工業(株)
33	スプリットン間知ブロック	建設省計宅開発第126号	昭和45年7月16日	スプリットン工業(株)
34	緑化ウォール用コンクリートブロック	建設省計宅発第11号	昭和51年2月18日	日建工学(株)
35	ポトロアー	建設省計宅発第13号	昭和51年2月18日	技研興業(株)
36	S. P. ブロック	建設省計宅発第15号	昭和51年2月18日	(株)建設企画コンサルタント
37	緑化ウォール用コンクリートブロック (G100×50)	建設省徳計民発第2号	昭和55年1月22日	日建工学(株)
38	ポトロアーA型	建設省北計民発第10号	昭和55年1月22日	技研興業(株)
39	グリーンフヘキ小型	建設省奈計民発第26号	昭和55年11月10日	草竹コンクリート工業(株)
40	グリーンフヘキ100	建設省奈計民発第26号	昭和55年11月10日	草竹コンクリート工業(株)
41	ハイベック	建設省岐計民発第12号	昭和56年11月16日	山富産業(株)
42	グリーンウォール	建設省北計民発第25号	昭和58年6月30日	共和コンクリート工業(株)
43	法止ブロック	建設省新計民発第18号	昭和58年12月23日	藤林コンクリート工業(株) (有)藤商事
44	ニューウォールコン	建設省京計民発第3号	昭和59年1月28日	京阪コンクリート工業(株)
45	ザ・ウォール	建設省東計民発第33号	昭和59年6月11日	羽田コンクリート工業(株)
46	CP型枠	建設省神計民発第21号	昭和59年6月15日	(株)トーホー
47	MLウォール	建設省形経民発第4号	昭和60年5月27日	前田製管(株)
48	法止ブロックL型	建設省新経民発第6号	昭和60年7月12日	藤林コンクリート工業(株) (有)藤商事
49	YT-32ニューノーマルクリフ	建設省丘経民発第22号	昭和60年7月30日	(株)ヤマウ
50	エルコン	建設省愛経民発第28号	昭和60年12月27日	(株)ワールドメディア
51	ザ・ウォール	建設省東経民発第71号	昭和61年4月9日	羽田コンクリート工業(株)
52	KLウォール	建設省東経民発第45号	昭和61年7月7日	興建産業(株)
53	フジムラL型	建設省新経民発第6号	昭和61年7月7日	藤村ヒューム管(株)

平成 27 年 4 月現在

番号	名称	認定書番号	認定年月日	認定取得者
54	ニューウォルコン	建設省京経民発第30号	昭和61年12月12日	京阪コンクリート工業(株)
55	MLウォール	建設省形経民発第4号	昭和62年7月22日	前田製管(株)
56	法止ブロックL型	建設省新経民発第3号	昭和62年8月18日	藤林コンクリート工業(株) (有)藤商事
57	CP型枠	建設省神経民発第16号	昭和62年11月18日	(株)トーホー
58	MLウォールⅡ型	建設省形経民発第7号	昭和62年12月14日	前田製管(株)
59	L型よう壁システムCタイプ	建設省岐経民発第12号	昭和63年1月8日	丸栄コンクリート工業(株)
60	フジムラL型	建設省新経民発第7号	昭和63年1月13日	藤村ヒューム管(株)
61	YT-32ニューノーマルクリフ	建設省丘経民発第2号	昭和63年3月7日	(株)ヤマウ
62	MLウォールⅡ型	建設省形経民発第3号	昭和63年10月26日	前田製管(株)
63	フジムラL型	建設省新経民発第3号	昭和63年10月26日	藤村ヒューム管(株)
64	エルコンⅡ型→WMLエルコンⅡ型	建設省愛経民発第7号	昭和63年10月26日	(株)ワールドメディア
65	緑化ウォールL型	建設省東経民発第28号	平成1年9月6日	日建工学(株)
66	ニューウォルコンⅡ型	建設省京経民発第2号	平成2年7月12日	京阪コンクリート工業(株)
67	ニューCPL	建設省群経民発第2号	平成3年3月15日	(株)カイエーテクノ
68	KLウォール2型	建設省東経民発第8号	平成3年3月15日	興建産業(株)
69	L型擁壁システムA	建設省岐経民発第1号	平成3年3月15日	丸栄コンクリート工業(株)
70	昭和式SL擁壁	建設省岐経民発第3号	平成3年6月12日	昭和コンクリート工業(株)
71	ハイ・タッチウォール	建設省京経民発第5号	平成3年10月23日	全国宅地擁壁協会
72	昭和式SL擁壁	建設省岐経民発第5号	平成3年10月23日	昭和コンクリート工業(株)
73	法止ブロック(L型)(FL-A・B)	建設省新経民発第2号	平成4年3月18日	藤林コンクリート工業(株)
74	MLウォールⅢ型	建設省形経民発第2号	平成4年3月18日	前田製管(株)
75	ニューウォルコンⅢ型	建設省京経民発第2号	平成4年3月18日	京阪コンクリート工業(株)
76	ザ・ウォールⅡ	建設省東経民発第6号	平成4年3月18日	羽田コンクリート工業(株)
77	YT-32ニューノーマルクリフⅡ	建設省丘経民発第3号	平成4年3月18日	(株)ヤマウ
78	KLウォール3型	建設省東経民発第7号	平成4年3月18日	興建産業(株)
79	L型擁壁システムA1	建設省岐経民発第2号	平成4年3月18日	丸栄コンクリート工業(株)
80	ニューCPLⅢ	建設省群経民発第1号	平成5年3月15日	(株)カイエーテクノ

平成 27 年 4 月現在

番号	名称	認定書番号	認定年月日	認定取得者
81	SL擁壁Ⅲ型、SL擁壁Ⅳ型	建設省岐経民発第1号	平成5年3月15日	昭和コンクリート工業(株)
82	FLウォール	建設省新経民発第1号	平成5年3月15日	藤村ヒューム管(株)
83	T型ブロック	建設省梨経民発第1号	平成5年3月15日	山一窯業(株)
84	緑生擁壁	建設省東経民発第13号	平成5年3月15日	日本緑生(株)
85	ハイ・タッチウォール	建設省東経民発第94号	平成6年6月15日	(社)全国宅地擁壁技術協会
86	垂直積み擁壁ゴールコン	建設省沖経民発第1号	平成8年3月1日	(株)ゴールコン
87	T型ブロックWタイプ	建設省梨経民発第1号	平成9年10月21日	山一窯業(株)
88	オリロック積み擁壁	建設省東経民発第6号	平成9年11月18日	第一ブロック(株)
89	植栽ブロック「みどりくん」	建設省丘経民発第1号	平成10年3月24日	(株)ヤマウ
90	テールアルメ擁壁	建設省阪経民発第1号	平成10年3月24日	川鉄商事(株) ヒロセ(株)
91	エルコンⅢ、Ⅳ型→ WMLエルコンⅢ、Ⅳ型	建設省東経民発第7号	平成11年3月3日	(株)ワールドメディア
92	CLP-V	建設省山経民発第1号	平成11年5月27日	東洋ヒューム管(株)
93	CLP-VⅡ	建設省山経民発第2号	平成11年5月27日	東洋ヒューム管(株)
94	YT-32ニューノーマルクリフⅡ	建設省丘経民発第1号	平成12年12月27日	(株)ヤマウ
95	CP型枠Ⅲ型	国関整住整第498号	平成15年3月27日	(株)トーホー
96	RECOMシステム	国関整計管第20号	平成20年6月11日	エスビック(株)
97	TY型枠MU	国四整建第78号	平成20年7月31日	東洋工業(株)
98	HDウォール	国近整計管第6号	平成22年4月21日	(株)ホクコン
99	ニューウォールコンⅣ-1型、Ⅳ-2型	国近整都整第32号	平成23年9月28日	ケイコン(株)
100	ニューノーマルクリフⅢ型	国九整都住第90号	平成24年12月28日	(株)ヤマウ 代表取締役 中村健一郎
101	MLウォール Ⅳ型	国東整都住第1009号	平成24年10月22日	前田製管(株) 代表取締役社長 前田直之
102	ゴールコン擁壁	府開建地第102号	平成25年3月22日	(株)ゴールコン 代表取締役社長 大城 保一
103	鉄筋コンクリートL型擁壁 法止ブロック(L型)FL-AⅡ	建設省新経民発第2号	平成25年3月27日	藤林コンクリート工業(株) 代表取締役 藤林 功
104	ザ・ウォールⅡ(大地震対応型)	国関整計管第9号	平成25年4月24日	羽田コンクリート工業(株) 代表取締役社長 仙波 晶
105	FLウォール FLW-ⅢA、ⅢB	建設省新経民発第1号	平成25年10月4日	藤村ヒューム管(株) 代表取締役社長 藤村範夫
106	ハイタッチウォール	国都防第88号	平成26年2月17日	一般社団法人ハイタッチセンター 代表 理事 松崎 秀雄
107	HRM擁壁Ⅰ型	国都防第12号	平成27年3月25日	太陽セメント工業株式会社 代表取締役 社長 石井 克侑

国土交通省大臣認定擁壁 製造工場認証一覧表（九州地区抜粋）

平成 29 年 2 月現在

会 社 名	工 場 名	擁 壁
(株)池永セメント工業所	臼杵工場	ザ・ウォール
インフラテック(株)	大分工場	ザ・ウォール
	瀬高工場	ザ・ウォール
	南薩工場	ハイ・タッチウォール、ザ・ウォール
H.O.C(株)	佐世保工場	KLウォール、ニューノーマルクリフ
大野コンクリート(株)	田村工場	ハイ・タッチウォール、KLウォール
鹿児島軽量コンクリートブロック協業組合	鹿屋工場	CP型枠
(株)柏木興産	第一事業所 第三工場	ニューウォルコン
トーコン(株)	山田工場	ゴールコン
熊本不二コンクリート工業(株)	本社工場	FLウォール
コーアツ工業(株)	大隈工場	ザ・ウォール
小倉セメント製品工業(株)	新門司工場	KLウォール、ニューノーマルクリフ
三和コンクリート工業(株)	中央工場	KLウォール、ニューノーマルクリフ
昭和コンクリート工業(株)	熊本工場	ハイ・タッチウォール、昭和式SL擁壁
大建コンクリート(株)	三重工場	ハイ・タッチウォール、ニューウォルコン
	山香工場	ニューウォルコン、ゴールコン
大建コンクリート工業(株)	福岡工場	ニューウォルコン、テールアルメ
東洋工業(株)	福岡工場	TY型枠MU擁壁
中里産業(株)	宮原工場	FLウォール
日新コンクリート工業(株)	本社工場	ハイ・タッチウォール、ザ・ウォール
不二高圧コンクリート(株)	小川工場	ニューウォルコン、ゴールコン
(株)シートック	頰娃工場	ハイ・タッチウォール、昭和式SL擁壁
(株)マルトク	本社工場	ニューノーマルクリフ、ゴールコン
(株)馬渡商会	本社工場	CP型枠
南九州コンクリート(株)	本社工場	ニューノーマルクリフ
(株)ヤマウ	大分工場	ハイ・タッチウォール、ニューノーマルクリフ
	鹿児島工場	ニューノーマルクリフ
	北九州工場	ニューノーマルクリフ
	佐賀工場	ハイ・タッチウォール、ニューノーマルクリフ
	川南工場	ニューノーマルクリフ
	高崎工場	ハイ・タッチウォール
	福岡工場	ニューノーマルクリフ
山忠商事(株)	ツルサキヒューム宇佐事業所	FLウォール
(株)ヤマックス	佐世保工場	ハイ・タッチウォール
	瀬高工場	緑生擁壁、ニューウォルオコン
	長洲工場	ハイ・タッチウォール、ニューノーマルクリフ、ニューウォルオコン
	松橋工場	ニューノーマルクリフ、テールアルメ、ニューウォルオコン
和光コンクリート工業(株)	東郷工場	ゴールコン

参考資料- 1 2

地盤調査

参考資料- 1 2 (1)

地盤調査

出典：宅地地盤調査 マニュアル 2014
平成 26 年 4 月、全国地質調査業協会連合会

5. 地盤調査方法

5.1 地盤調査方法の概要

地盤調査の手順は、図 5.1.1 のような流れで行われるのが一般的である。地盤調査に際しては、事前に既存資料を収集整理し、その結果に基づき現地踏査を行い、調査対象地区の地盤の問題点を抽出し、本調査計画を立案していくことが重要である。

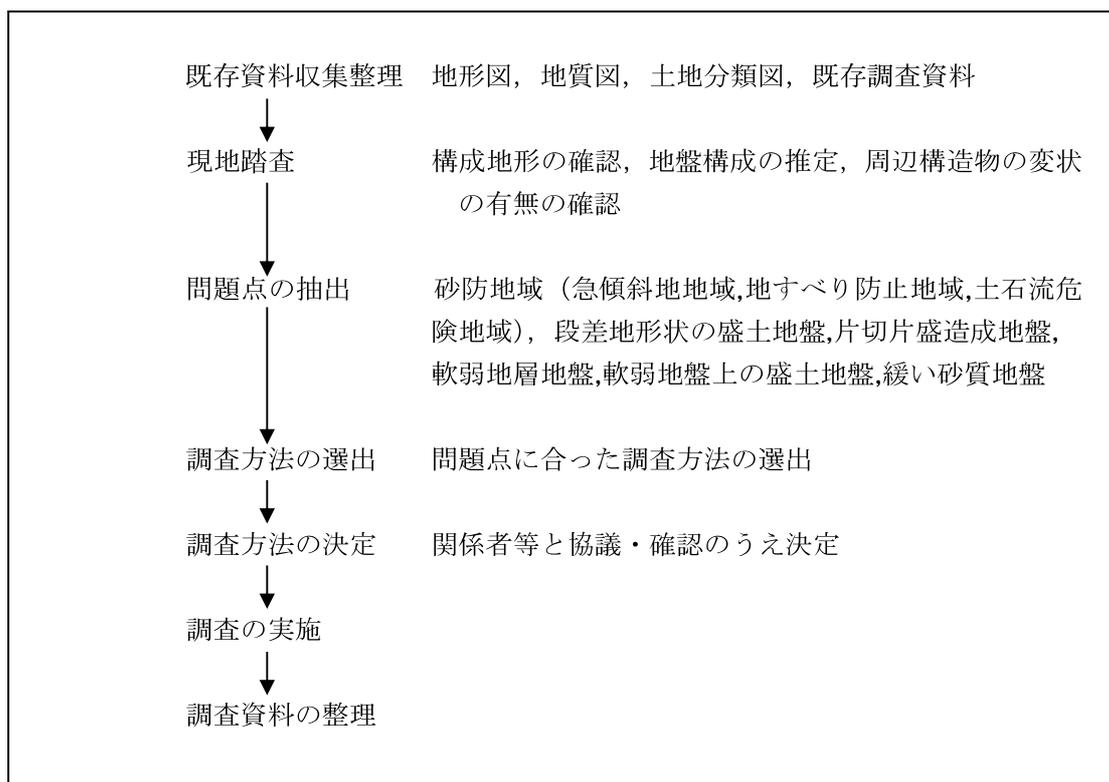


図 5.1.1 地盤調査の手順

宅地地盤調査に用いられる地盤調査方法を表 5.1.1 に，土質試験の種類は，表 5.1.2 にまとめた。

小規模な宅地地盤の調査で最もよく利用されているのは，スウェーデン式サウンディング試験であり，標準貫入試験や平板載荷試験なども利用されている。また，動的なサウンディングとしてラムサウンディング，静的なサウンディングとして電気式コーン貫入試験が，更に地盤の状況を断面的に把握できる物理探査技術の一つとして表面波探査が利用されている。

最近では，スウェーデン式サウンディング試験の利用が広まり，平成 13 年の国交省告示 1113 号において，スウェーデン式サウンディングに基づく地盤の長期許容応力度の評価手法が導入されている。しかし，スウェーデン式サウンディング試験は，きわめて簡易な試験方法であり，その適用の限界には十分留意する必要がある。

スウェーデン式サウンディング試験はボーリング調査の補助法として有効であり、簡易な土層区分の判断に適する。調査深さの比較的浅い場合に、軟弱地盤の下の杭支持層深さの追跡など、特定の地層の分布状況の調査などにボーリングと併用すると効果的な調査ができるが、試験の精度はそれほどよくはない。土木工事や大規模な造成工事などではボーリング調査の補完調査として、ボーリングの位置選定やボーリングを補間・内挿する調査として利用される。

スウェーデン式サウンディング試験は玉石・転石を除くあらゆる土を対象とするが、固結度の高い粘性土、締まった砂・礫は貫入困難である。適用深度は一般には **10m** 程度以下である。土層の判別は、ハンドルの感触による概略的なものであり、精度はよくない。強度指数値など土質定数との関係は数多くの換算式が提案されているが、測定値と他の強度指数値との関係は土の種類、土の地域特性、試験深度により異なる。また単管式のロッドであるため、測定値には周面摩擦の影響が避けられず、精度はよくないので、注意を要する。

スウェーデン式サウンディング試験は、堅い支持層を探すとともに、軟弱地盤を見つけるのに適した調査法と考えるほうがよい。スウェーデン式サウンディング試験のみによって、杭の支持層を判別したり、軟弱地盤改良工法を選定することは適当でない。また、沈下量を推定することも困難である。このような場合は、ボーリングなど他のより精度の高い調査を併用するか既存資料などを含めて判断すべきである。

戸建て住宅は荷重が小さく、発生している応力が及ぶ範囲は **8m** 程度と言われており、基礎工法の選定などに利用できるが、その適用範囲には留意する必要がある。

スウェーデン式サウンディングに関わる最近の話題として、スウェーデン式サウンディング孔を利用してサンプルを採取し、土質試験により土質を判別しようとの動きがある。ただし、サンプラーが十分密閉せず地盤に貫入すると、目的の深度以外の土を採取してしまうなどの問題点も存在する。また、最新の機器として、スクリュードライバーサウンディング (SDS) が開発されている。この試験機は、スウェーデン式サウンディングを改良したもので、従来のロッドの載荷「荷重」のみならず、ロッドに回転力を与えてロッドの「回転トルク」と1回転あたりの「沈下量」の三要素を同時に測定し、これらのデータを解析することにより、沖積層、洪積層、腐植土層の土質を判定することが可能となっている。

表 5.1.1 地盤調査の種類

調査・試験の種類	適用地盤と問題点	調査可能 深さの目安 (m)	測定値又は 求まるもの	測定値からの 推定値
スウェーデン式 サウンディング試験	玉石・礫・締まった砂を除く地盤(固 い層があると貫入不能)	10m	W_{sw} N_{sw}	N 値, q_u 地盤の支持力 q_a
標準貫入試験	ロータリー式機械ボーリングを伴 う。すべての地盤	50m~ 100m	N 値 乱した試料	c_u , ϕ_u 地盤の支持力 q_a 土質の確認
地盤の平板載荷試験	全ての地盤	地表面近く	荷重と沈下量 時間と沈下量	地盤の支持力 q_a 地盤反力係数 K_v
オートマチックラム サウンディング試験	玉石・礫・締まった砂を除く地盤(固 い層があると貫入不能)	20m~30m	N_d 値	N 値 地盤の支持力 q_a
電気式コーン貫入試験	玉石・礫・締まった砂を除く地盤(固 い層があると貫入不能)	10m~50m	q_c 間隙水圧 u 周面摩擦 f_s	c_u , ϕ_u 地盤の支持力 q_a 土質の確認
機械式コーン貫入試験	玉石・礫・締まった砂を除く地盤(固 い層があると貫入不能)	10m~20m	q_c 周面摩擦 f_s	c_u , ϕ_u 地盤の支持力 q_a
簡易動的コーン 貫入試験	玉石・礫・締まった砂を除く地盤	3m	N_d 値	N 値, q_u 地盤の支持力 q_a
ポータブルコーン 貫入試験	有機質土, 柔らかい粘性土, ゆるい砂地盤	3m	q_c 値	c_u 地盤の支持力 q_a
オーガーボーリング	有機質土, 軟らかい粘性土地盤,(地 下水位以下の砂は掘削不能)	3m	乱した試料	土質の確認 地下水位
表面波探査	全ての地盤	10m~20m	S 波速度	S 波構造(二次元)

表 5.1.2 土質試験方法

土質試験の種類	対称とする土質	求まるもの	値の利用方法	用いる試料 の状態
粒度試験	粗粒土(砂・砂礫)	10%粒径 (D_{10}) 50%粒径 (D_{50})	土の分類 液状化の検討	乱した試料
液性・塑性限界試験	有機質土 粘性土	液性限界 (w_L) 塑性限界 (w_p)	土の分類 圧縮性の程度	乱した試料
一軸圧縮試験	粘性土	一軸圧縮強さ (q_u) 変形係数 (E_{50})	地盤の支持力 地盤の変位	乱れの少な い試料
圧密試験	粘性土	圧縮指数 (C_c) 圧密降伏応力 (p_c) 圧密係数 (α_v)	圧密沈下量 圧密沈下時間	乱れの少な い試料

5. 2 既存資料調査の方法

既存資料調査の目的は、対象となる敷地およびその周辺の地盤に関する情報を把握し、現地踏査や地盤調査計画の作成に資することにある。また、地盤調査結果の妥当性を検証する補足的な資料ともなる。

既存資料には、対象となる敷地の地盤（地形・地質、地盤状況）に関するものと、その地域周辺あるいは同様な地盤の特性による災害事象の記録などがある。

地盤に関する基本的な資料は地図類である。地図は作成される用途と使用目的によって、「一般図」と「主題図」に分けられる。一般図は、地形・地名・集落・交通路など多様な情報を、特定のテーマに重点をおくことなく描いた地図と定義されている。主題図は、地形・地質・火山・植生・土地利用・防災など、特定の主題に重点をおいて描いた地図とされている。地形分類図や地質図は、代表的な主題図の1つである。最近では、国土地理院において地理情報システムが整備されてきている。**Web**上で各種主題図の閲覧・入手が可能となっている（「地理院地図－電子国土 **Web**」を参照）。

地盤状況を知る資料としては、地盤情報データベースがある。従来は、地盤図として諸機関や民間ベースで整理・刊行されてきたものが、データベースとしてボーリング柱状図や土質試験結果等を含む資料として整備され、**Web**上で公開されている。また、調査地周辺の既存構造物に関する調査報告書・設計図書・施工記録などは調査計画の立案や地盤状況の問題点の把握などに有用な資料となる。

地盤の特性による災害事象の記録には、ハザードマップや災害記録等がある。これらは、当該自治体や国の機関で閲覧できる場合もある。また、国土交通省では「ハザードマップポータルサイト」を開設しており、各地方の災害予測情報が確認できる。

既存資料の種類と概要については、表 5.2.1 に示した。

以下に各資料の概要と利用上の留意点を記す。

(1) 地形図・地質図

①地形図，空中写真（航空写真），衛星画像

一般図としての地形図は、電子地形図 **25000** 及び数値地図(国土基本情報)が利用でき、国土地理院により公開されている。地方自治体によっては、都市計画図として **1/2500** 程度の地形図が発行されており利用できる。また、地歴の確認として旧版の地形図が利用でき、作成年代や地域については国土地理院 **HP** で確認できる。

表 5.2.3 に空中写真の種類と特徴を示した。空中写真（航空写真）は、電子国土基本図（正射写真）が利用しやすい。真上から地上を見たときのように傾きのない画像に、位置情報が付与されており、建物や道路などの形状に歪がない。また、地歴資料として第二次大戦後に撮影された米軍による空中写真も利用できる。

衛星画像は、空中写真と同様な使い方ができ撮影頻度が多いことから、災害時の地変を確認するために利用されることがある。表 5.2.3 に衛星画像の特徴を示した。

表 5.2.1 既存資料の種類と概要 1)

分類	資料の種類	発行・提供機関	主要なデータと概要
地形・地質	地形図 都市計画図	国土地理院 地方自治体	明治時代の地形図が入手可能で、新旧の比較により地形の改変や地歴の推定資料となる。2万5千分の1, 2千5百分の1など。
	空中写真 (航空写真)	国土地理院 民間会社	地形図と同様な利用が可能, 微地形・建物・植生などの判読に利用。撮影縮尺8千~1万5千分の1。
	衛星画像	宇宙航空研究開発機構 (JAXA)	代表的な衛星画像として、地球観測衛星「ALOS (だいち)」による衛星画像で広域の防災活動への利用がある。撮影頻度1回/46日。
	土地条件図	国土地理院	平野部が中心で、主に地形分類(山地・丘陵地, 台地・段丘, 低地, 水部, 人口地形など)について示されている。2万5千分の1。
	土地利用図	国土地理院	土地の利用区分(田, 畑, 果樹園, 森林, 荒地, 建物用地, 幹線交通用地, 湖沼, 河川など)を整備。2万5千分の1。
	土地分類図	国土交通省 土地・水資源局	地形・表層地質・土壌などの自然的要素、土地の利用現況、災害履歴などがまとめられている。地図と説明書。5万分の1~50万分の1
	地質図	産業技術総合研究所 地方自治体, 大学	表土を除いた表層の地質分布や時代区分が示されている。地質平面図・地質断面図および説明書あり。
地盤状況など	地盤図	学会, 地方自治体, 研究機関, 地質調査業協会	主に平野部の表層地質。ボーリング柱状図, 土質試験データ等。
	設計図書 施工記録	地方自治体 国の機関	既存建造物の地盤調査報告書・設計図書・施工記録などである。入手困難な場合が多い。
	埋設物台帳	地方自治体 民間会社	埋設物(上下水道・電気・光ケーブル・ガスなど)の位置を示した地図。
	学会出版物など 関連報告	学会	地盤工学会, 日本建築学会, 土木学会, 日本地質学会, 応用地質学会などの学会誌, 論文集, 研究発表会概要集など
災害	ハザードマップ	地方自治体 国土交通省	種々の災害の発生の可能性を地図上に表現したもので、液状化, 土砂災害, 活断層などがある。

(日本建築学会 (2009): 建築基礎設計のための地盤調査計画指針, p 30 より抜粋引用)

表 5.2.2 地形図・地質図などの種類

資料名	種類	発行・提供機関	備考
地形図類	地形図 1/10,000、1/25,000 都市計画図 1/2,500、1/5,000 旧版地形図 1/25,000、1/50,000	国土地理院 市町村など 国土地理院	電子版 一部電子版 電子版
地形分類図	土地条件図 1/25,000 沿岸海域土地条件図 1/25,000 治水地形分類図 1/25,000 首都圏活断層図 1/25,000	国土地理院 国土地理院 国土地理院 国土地理院	電子版 電子版 電子版 電子版
地質図	地質図幅 1/50,000、1/75,000 ほか 土地分類基本調査図 1/50,000	産業技術総合研究所ほか 国土交通省土地・水資源局	地質分布 表層土質分布

表 5.2.3 空中写真と衛星画像

種類	特徴	発行機関
モノクロ 空中写真	昭和 35 年以降、5 年～10 年周期で平野部および周辺地域の縮尺 2 万分の 1～2 万 5 千分の 1（都市地域は一部は 1 万分の 1）の撮影縮尺。	国土地理院
カラー 空中写真	市街地や農地の土地利用、植生あるいは道路、建物など各施設の状態を容易に判読することが可能。 平野部は 8 千分の 1～1 万分の 1、丘陵地・山岳部は 1 万分の 1～1 万 5 千分の 1 の撮影縮尺。撮影頻度 1 回/数年	国土地理院
衛星画像	代表的な衛星画像として、地球観測衛星「ALOS（だいち）」による衛星画像で広域の防災活動への利用がある。水平方向精度は 3～10m 程度、高さ方向は 5m 程度とされている。撮影頻度 1 回/46 日。	宇宙航空研究開発機構（JAXA）

利用上留意することとして、地形図は基本的な図面であるが限られた情報の集約である。空中写真や衛星画像データを併用しながら読図することで、より多くの情報が得られる。

一般に、主題図として土地分類図や土地条件図・土地利用図などに地形分類情報が記載されている。これらの主題図の作成に当たっては、上記の地形図・空中写真・衛星画像が利用されている。調査地域について改めて解釈するとき以外は、地形分類が含まれている主題図を利用の方が便利である。

なお、数値地図（地形図）・空中写真・衛星画像などの種類の詳細と入手方法については、「地盤調査の方法と解説，第 3 章既存資料調査」（地盤工学会，2013）に詳しく記載されている。

②土地条件図，土地利用図，土地分類図

土地条件図とは、「防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料を提供する目的で、昭和 30 年代から実施している土地条件調査の成果を基に、主に地形分類（山地・丘陵，台地・段丘，低地，水部，人工地形など）について示したもの」（国土地理院 HP、「土地条件図」より引用）とされている。整備されている区域は、主に全国の都市部及びその近郊で、埋立地や造成地等の地形の改変の著しい箇所（関東平野、濃尾平野の一部）は、平成 22 年度以降に内容が更新されている。

土地利用図とは、「土地の利用状態を現地調査及び空中写真・資料等により、商業・工業などの機能区分、農地の利用区分、林地の植生区分など合計 34 区分に分類して色分け表示したもの」（国土地理院 HP、「土地条件図」より引用）とされている。2 万 5 千分の 1 は全国の平野部をほぼカバーしており、1975～1985 年の調査により作成されたものである。

土地分類図は、土地分類調査により作成された分布図類の総称で数種類の分布図がある。例えば、5 万分の 1 土地分類基本調査の主な成果図は地形分類図・土地利用現況図・表層地質図・土壌図などである。また、首都圏・中部圏・近畿圏ほかについては、地下利用などを想定して、東西南北 2km ごとの地質断面図が作成されている。

利用上留意することとして、土地条件図の利用に際しては、作成年代に留意する必要がある。都市部の一部ではあるが埋立てや造成などの人工改変地形もカバーされている。これらの利用に際しては、改変された年代を確認しておくことも重要な要素の1つとなる。

土地利用図（1/25,000）は、1975～1985年の調査により作成されていることから、その当時の利用区分（田、畑、果樹園、森林、荒地、建物用地、幹線交用地、湖沼、河川など）を知ることができる。

土地分類図は、基本的に1/50,000の基図をもとに作成されている。調査地周辺のやや広いエリアの地形や表層地質の把握には便利であるが、作成されている図幅（エリア）については、Web上で確認する必要がある。

また、最近では土地分類基本調査（土地履歴調査）による資料が公開されている。表5.2.4に公開されている調査成果図情報、表5.2.5に地形分類の表示内容を引用した。公開されている地域は限られているので注意が必要である。

表 5.2.4 土地履歴調査成果で公開されている成果図情報²⁾

分類	地図情報	簡易WebGIS	PDF
調査成果図	自然地形分類図	○	※ 1枚に編集
	人工地形分類図	○	
	土地利用分類図(第I期:1900年頃)	○	○
	土地利用分類図(第II期:1960年頃)	○	○
	災害履歴図(地震災害)	○	○
	災害履歴図(水害)	○	○
	災害履歴図(地盤沈下)	○	
重ね合わせ図	自然地形分類図+人工地形分類図	○	※
	自然地形分類図+災害履歴図(水害)	○	簡易WebGISのみで公開
	人工地形分類図+災害履歴図(地震災害)	○	
	自然地形及び人工地形分類図+災害履歴(地震災害)	○	
背景地図	縮尺5万分の1地形図	○	
参考図	旧版地図(1907年頃)	○	○
	空中写真(1947年頃)	○	
	現在(調査年)の空中写真又は衛星画像	○	

(国土交通省土地・水資源局(平成22年10月):
土地分類基本調査(土地利用調査)成果利活用マニュアル,p2)

表 5.2.5(1) 自然地形分類図の表示内容（凡例の分類と解説） 3)

分類		定義
山地・火山地	山地斜面等	山地・丘陵地の斜面や台地縁辺の斜面等をいう。海岸の磯や岩礁、離れ岩等を含む。
	火山地斜面等	第四紀火山噴出物からなる火山地または火山丘陵地の斜面等をいう。火砕流や溶岩の堆積地、火山体の開析により形成される火山麓扇状地または泥流堆積地等の火山麓地を含む。
	麓斜面及び崖錐	斜面の下方に生じた岩屑または風化土からなる堆積地形。
	土石流堆積地	岩塊、泥土等が水を含んで急速に移動、堆積して生じた地形で、溪床または谷の出口にあるもの。
台地	岩石台地	地表の平坦な台状または段丘状の地域で、基盤岩が出ているかまたはきわめて薄い未固結堆積物でおおわれているもの。隆起サンゴ礁台地を含む。
	砂礫台地	地表の平坦な台状または段丘状の地域で、表層が厚く、且つ未固結の砂礫層からなるもの。
	ローム台地	地表の平坦な台状または段丘状の地域で、表層が厚いローム層（火山灰質粘性土）からなるもの。
低地	扇状地	山麓部にあつて、主として砂や礫からなる扇状の堆積地形。
	谷底低地	山地、丘陵地、台地を刻む河川の堆積作用が及ぶ狭長な平坦地。
	氾濫原低地	扇状地と三角洲・海岸低地の中間に位置し、河川の堆積作用により形成された広く開けた平坦地で、自然堤防、旧河道または湿地を除く低地。
	自然堤防	過去の河川の氾濫により、流路沿い又は周辺に繰り返し砂やシルトが堆積して形成された微高地。
	旧河道	過去の河川流路で、周囲の低地より低い帯状の凹地。
	湿地	自然堤防や、砂州等の後背に位置するため、河川の堆積作用が比較的及ばない沼沢性起源の低湿地。現況の湿地を含む。
	三角洲・海岸低地	河口における河川の堆積作用で形成された低平地や、過去の浅海堆積面が海堆により陸化した平坦地。
	砂州・砂堆（礫州・礫堆）	現在の海岸及び過去の海岸や湖岸付近にあつて、波浪や沿岸流によってできた砂または礫からなる微高地。
	砂丘	風によって生じた、砂からなる波状の堆積地形。
	天井川及び天井川沿いの微高地	堤防設置によって周辺の地形面より高くなった河床及びこれに沿って形成された微高地。
	河原・河川敷	現況の河原及び河川敷（低水敷・高水敷）をいい、堤内地の旧河原・旧河川敷を含む。
	浜	海岸線付近の砂や礫でおおわれた平坦地（砂浜及び礫浜）をいい、人工改変地内の旧浜を含む。
水部	現水部	現況が海または河川、水路、湖沼等の水部。干潟を含む。
	旧水部	過去の海または湖沼等で、現存しないもの。

（国土交通省土地・水資源局（平成 22 年 10 月）：
土地分類基本調査（土地利用調査）成果利活用マニュアル,p3）

表 5.2.5(2) 人工地形分類図の表示内容（凡例の分類と解説） 4)

分類		定義
人工平坦地（切り盛り造成地）	宅地等	山地・丘陵地や台地などの斜面を切土または盛土により造成した平坦地や緩傾斜地のうち、主として住宅や工業団地等の造成によるもの。造成に伴って生じた人工斜面を含む。
	農地等	上記のうち、主に農地整備、ゴルフ場造成等によるもの。造成に伴って生じた人工斜面を含む。
	旧谷線	人工平坦地が造成される以前に存在した谷の軸線。
盛土地	低地等に盛土して造成された土地。台地上の凹地・浅い谷等の部分の盛土地を含む。	
埋立地	水部などを埋立てて造成された土地。	
干拓地	水部や干潟、湿地等を堤防で仕切り、排水することによって陸化した土地。	
改変工事中の区域	人工的な地形改変が進行している区域及び採石・採土場、採鉱地等及びその跡地。	

（国土交通省土地・水資源局（平成 22 年 10 月）：
土地分類基本調査（土地利用調査）成果利活用マニュアル,p4）

③地質図

全国的に統一された地質図としては、産業技術総合研究所が発行している「**5** 万分の **1** 地質図幅」がある。その他、各地方自治体が発行している地質図、大学や研究機関が作成した地質図などがある。

大規模な宅地開発や、地滑り・斜面崩壊、地震などの災害予測に際して、基盤地質の岩種や地質構造を確認することは、重要な要素となる場合がある。一般的に、支持層の確認や表層の土質性状を確認する場合は、地盤図を利用することが多い。

利用上留意することとして、「**5** 万分の **1** 地質図幅」は、順次改訂されており最新版を入手して利用することが望ましい。地質図には表層の土質や岩石の風化の程度は記載されていない。花崗岩などでは深層風化が懸念される場合もある。

沖積低地や河川沿いの沖積平野については、「表層地質図」（土地分類図）や地盤図で、有用な情報を得られることが多い。

(2) 地盤状況など

①地盤図

主にボーリング柱状図に代表される資料で、対象となる周辺の既存資料として利用できる。地盤図には、ボーリング地点位置図、土質・地質区分、土層・地質断面図及び原位置試験結果や土質試験結果などのデータも公開されている場合があり、地盤性状や支持層の把握などに有用である。また、調査計画を立案する際の計画数量の把握に重要な資料となる。

代表的な地盤データベースとして、「**KuniJiban**」があげられる。国土交通省の道路・河川・港湾事業などの地質・土質調査成果が地盤情報として提供されている。データ数は約 **110,500**（**2012** 年 **11** 月 **15** 日現在、国土地盤情報検索サイト「**KuniJiban**」参照）である。また、表 **5.2.6** に地方自治体による地盤データベースの公開状況を示した。

利用上留意することとして、「**KuniJiban**」によるボーリングデータは比較的統一された書式で整理されているが、道路・河川・港湾等を対象としているため、幹線国道や **1** 級河川など調査箇所が限定されている。一方、地方自治体によるボーリングデータは比較的多いが、記述内容が不統一であることが多く、支持層に達していないデータも見受けられるので、利用にあたっては注意が必要である。

地盤図に添付されている土層・地質断面図には、ボーリング資料がなく想定で記載されているものや、柱状図に記載されている薄層などが省略されている場合があり、利用目的によっては元の柱状図データを確認することが推奨される。

表 5.2.6 地方自治体による地盤情報（ボーリング柱状図等）の公開状況一覧⁵⁾

	名称	整備・運営主体	対象エリア	提供方法	公開範囲	公開ボーリングデータ数(約本)	その他公開情報	URL
都 通 府 県	東京の地盤(Web版)	東京都土木技術支援・人材育成センター	東京都	インターネット	無償一般公開	7,000		http://dohoku.metro.tokyo.jp/start/03-ijuhou/geo-web/00-index.html
	地質環境インフォメーションバンク	千葉県	千葉県	インターネット	無償一般公開	21,000	地盤沈下変動図 測量水準点位置図 地下水位変動図	http://www.pref.chiba.lg.jp/nhgensis/servlet/infobank_index?no_number=0052&4734
	埼玉県地理環境情報WebGIS「e(L)〜e(L)環境マップ」	埼玉県環境科学国際センター	埼玉県	インターネット	無償一般公開	4,300	電子地図及び各種空間情報	http://www.kankyo.pref.saitama.lg.jp/kankyo/
	かながわ地質情報MAP	(財)神奈川県都市整備技術センター	神奈川県	インターネット	無償一般公開	12,050	土質試験結果	http://www.toshis-ibi-horing.jp/
	群馬県ボーリングMap	(財)群馬県建設技術センター	群馬県	インターネット	無償一般公開	7,441		http://www.gunms-kengi.or.jp/boying/
	とちぎ地図情報公開システム「とちぎ地盤マップ」	栃木県	栃木県	インターネット	無償一般公開	不明	土砂災害危険箇所 浸水想定区域図 等	http://www.dgis.pref.tochigi.lg.jp/map/login.aspx
	静岡地質情報MAP	静岡県	静岡県	インターネット	無償一般公開	1,400	旧版地形図	http://www.gis.pref.shizuoka.jp/?no=01&no=001
	岡山地盤情報	岡山地質情報活用協議会	岡山県	インターネット	無償一般公開	2,777	土質試験一覧表	http://www.ijban-okayama.jp/index.php
	しずま地盤情報配信サービス	協同組合 島根県土質技術研究会	島根県	インターネット	一部無償公開 有償公開(会員等)	2,000	島根県の公共事業のデータ	http://www.shimane.geonavi.net/shimane/aiyou.htm
	徳島地盤情報検索サイト「AwaJiban(あわじばん)」	徳島県	徳島県	インターネット	無償一般公開	3,437	コア写真 土質試験結果	http://e-qusatsu.pref.tokushima.jp/awa_jiban/
	統合化地下構造データベース「ジオ・ステーション」	防災科学技術研究所(茨城県が地盤情報提供)	茨城県	インターネット	無償一般公開	10,801		http://www.geo-cin.bosai.go.jp/ip/
	統合化地下構造データベース「ジオ・ステーション」	防災科学技術研究所(長崎県が地盤情報提供)	長崎県	インターネット	無償一般公開	7,970		http://www.geo-sn.bosai.go.jp/ip/
	統合化地下構造データベース「ジオ・ステーション」	防災科学技術研究所(滋賀県が地盤情報提供)	滋賀県	インターネット	無償一般公開	1,225		http://www.geo-sn.bosai.go.jp/ip/
	市 町 村	地盤地図情報「地盤View(じばんびゅー)」	横浜市	横浜市	インターネット	無償一般公開	8,000	
川崎市地図情報システム「ガイドマップかわさき」		川崎市	川崎市	インターネット	無償一般公開	不明		http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?map=38
神戸JIBANKUN		神戸の地盤・減災研究会	神戸市	CD-ROM	有償公開(会員)	6,000	原位置試験結果 土質試験結果	http://www.kobe-toshi-seishi.or.jp/matsun/ijbankun/ijbankun.htm
鈴鹿市地理情報サイト(土地情報)		鈴鹿市	鈴鹿市	インターネット	無償一般公開	不明		http://www.genavis-map.ne.jp/sigsuzuka/Main.aspx
統合化地下構造データベース「ジオ・ステーション」		防災科学技術研究所(水戸市が地盤情報提供)	水戸市	インターネット	無償一般公開	652		http://www.geo-sn.bosai.go.jp/ip/
高知地盤災害関連情報ポータルサイト		高知市域地盤災害情報協議会	高知市	インターネット	無償一般公開	1,000		http://www.geonews.in/kochi/
地 域 プ ロ ッ ク	北海道地盤情報データベース	(社)地盤工学会北海道支部	北海道道央地区	CD-ROM	有償一般販売	13,000		http://www.ijban.or.jp/ougan/shibu/hokkaido/hokkaido.html
	とろく地盤情報システム「みちのeGISAS」	とろく地盤情報システム運営協議会	東北地区	インターネット	無償一般公開 有償公開(会員)	不明		http://tkweb01.tohokuk.jp/eidas/index.html
	ほくろく地盤情報システム	北陸地盤情報活用協議会(社)北陸建設弘済会	北陸地区	インターネット	有償公開(会員)	31,441	室内土質試験結果一覧表	http://www.ijban.usr.wakwak.ne.jp/index.html
	関西圏地盤情報データベース	関西圏地盤情報協議会 関西圏地盤DB運営機構	近畿地区	CD-ROM	有償公開(会員)	56,000	土質試験結果	http://www.kg-net2005.in/
	四国地盤情報データベース	四国地盤情報活用協議会	四国地区	CD-ROM	有償公開(会員)	10,000		不明
	九州地盤情報共有データベース	(社)地盤工学会九州支部	九州地区	CD-ROM	有償一般販売	30,000		http://150.69.34.50/xoansigs/

(出所) 各サイト掲載情報等より作成 (2013年3月末現在)

(総務省(平成25年6月), 地盤情報の公開・二次利用促進のためのガイド, p10)

②設計図書・施工記録, 埋設台帳, 関連報告など

既存の建造物の設計図書・施工記録は、地盤状況の把握や基礎形式の選定に有用な資料である。しかしながら、事業主体によっては、公開されていない場合も多い。また、取扱いについては所有者と十分な協議を行っておく方がよい。

設計・施工時において、周辺の埋設物への影響などを検討する必要がある。埋設物などは、地方自治体や民間会社で管理していることが多く、台帳などで閲覧できる場合が多い。

その他の資料として、学会誌や研究発表会資料などを利用できる場合がある。

利用上留意することとして、上記の資料については、公開あるいは非公開の確認が必要である。公開されている資料についても、出典の明示や、所有者との協議が必要となることがあり、取扱いには注意が必要である。

(3) 地盤の特性による災害事象の記録

①液状化

液状化については、地方自治体の地震被害予測の一連の作業内容として、液状化の可能性を検討し、ハザードマップとして公表しているものもある。また、大きな地震の発生時には被害状況調査報告書として、学会、地方自治体や公共構造物の管理主体などが液状化の分布図を作成している場合がある。ある程度、集約されたものとして「日本の液状化履歴マップ 745-2008」(若松(2011))が参考となる。

全国的に公表されている液状化のハザードマップは「国土交通省 ハザードマップポータルサイト」から閲覧できる。

利用上留意することとして、国や地方自治体が作成する液状化のハザードマップは、微地形や地盤データを反映させたものであるが、250~500m程度のメッシュで作成されており、ボーリング位置や現地での微地形の確認を合わせて考慮する必要がある。

②地震動

地震動については、地方自治体の地震被害予測の一連の作業内容として、震度・加速度分布図を作成して公表しているものもある。また、大きな地震の発生時には被害状況調査報告書として、学会、地方自治体や公共構造物の管理主体などが地震被害分布図を作成している場合がある。

全国的に公表されている震度被害のハザードマップは「国土交通省 ハザードマップポータルサイト」から閲覧できる。

利用上留意することとして、国や地方自治体が作成するハザードマップは、250~500m程度のメッシュで作成されている。地震動予測では、深部地盤の影響は同程度のメッシュでもよいが、表層部の地盤の影響は工学的基盤までの深度によって大きく変化する。当該予測地点のボーリングデータの有無などを確認し、予測精度を確認しておく。

③土砂災害，造成宅地

土砂災害（地すべり，土石流，急傾斜地崩壊など）の危険箇所や警戒区域は、都道府県ごとに公開されている（国土交通省 HP で閲覧可能）。市町村ごとに作成されているものもあり、Web 上で事前に確認できる。

造成宅地については、谷埋盛土による不同沈下の例や、地震時の被害などが多数報告されている。仙台市では、造成宅地の履歴や地震危険度マップを公表している。

利用上留意することとして、土砂災害の危険箇所や警戒区域については、Web 上で事前に確認し、対象とするエリアに該当する場合や近い場合は現地確認とともに当該自治体に確認して資料を収集することが重要となる。

5.3 現地踏査の方法

現地踏査の目的は、既存資料を収集・整理した結果をもとに現地での確認作業を行うこと、及び資料では得られない調査地の地形・地質、地盤状況を把握することにある。また、調査地での着眼点を絞り込んでおくと、効率的な現地踏査が可能となる。

現地踏査では、観察の一般的な要点として

- ①切土斜面の観察
- ②切土、盛土境界の確認
- ③雨水の処理状況の確認
- ④排水溝の確認
- ⑤周辺の水域（川・池沼・湿地）からの高低差の確認
- ⑥盛土材料の確認
- ⑦擁壁などの亀裂・変状の確認

などがあげられる。既存資料を整理した段階で、表 5.3.1 に示すような現地踏査のチェックリストを作成しておくことと便利である。

以下では、地形分類ごとに地盤や家屋の代表的な変状形態の模式図を参考例として示す。現地踏査では、収集資料や模式図を参考にして家屋・擁壁・塀・水路・電柱など、周辺の構造物の変状を細かく観察しておくことも推奨される。

(1) 山地

山地においては、主に土砂災害が懸念される。

① 土砂災害（急傾斜地地域、地すべり地域、土石流地域）の確認

土砂災害警戒区域については、「土砂災害警戒区域における土砂防止対策の推進に関する法律（土砂災害防止法）」により規制されている土砂災害警戒区域や土砂災害特別警戒区域に入るかどうかを確認する必要がある。区域内にあれば、開発行為はできないことになる。土砂災害警戒区域は、区域境界部の見やすい場所に立看板で表示されている。以下に、イメージ図を示す。



図 5.3.1 土砂災害警戒区域 6)

対象地は、この範囲に入るのかどうかを現地において実測し確認する。また、丘陵地や台地部においても同様の確認が必要である。

(2) 丘陵・台地部

丘陵や台地部は、比較的安定した地盤であるが切土や盛土により、宅地地盤として整地した場合に問題が発生しやすい。

①段差地形の盛土地盤と切盛地形

丘陵や台地部における宅地地盤ではよく見られ、以下のような不同沈下が想定される。

- ・切土等の安定地盤と盛土個所が接して分布する地域の境界部に生じる不同沈下
- ・盛土層厚の違いにより生じる盛土の不同沈下
- ・盛土末端部の山留等の変形による不同沈下

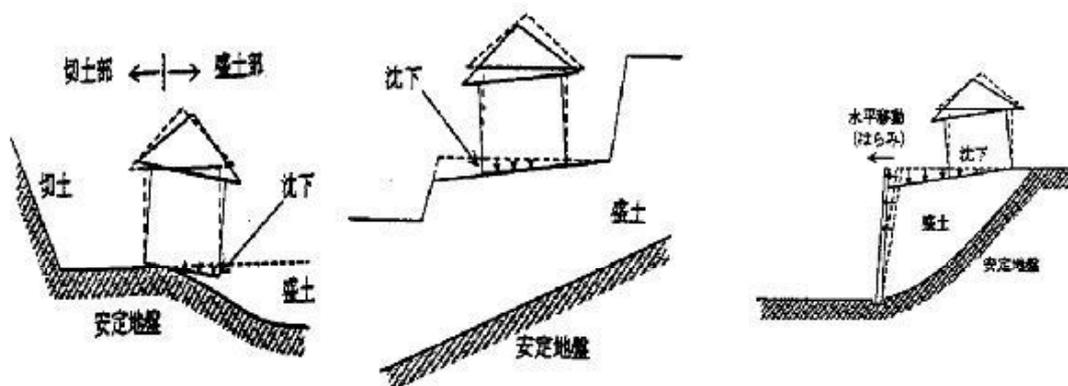


図 5.3.2 切土と盛土の境界、安定地盤と低地が接する箇所

②安定地盤上に施工された盛土

盛土転圧不足や不均質な盛土材（建設廃材、ごみ）の混入によって、不同沈下を生じている場合がある。

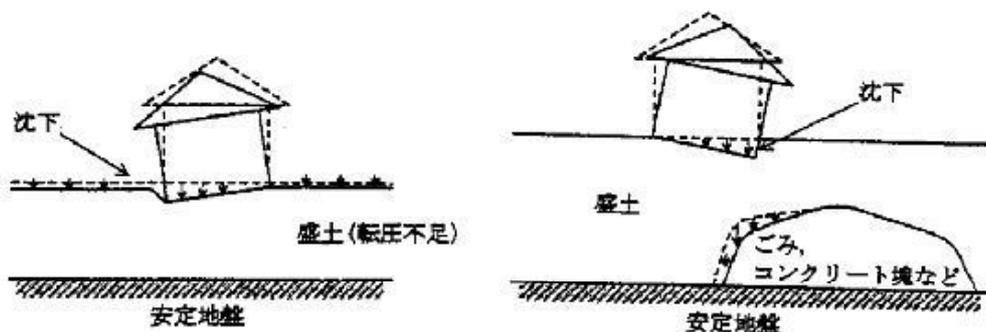


図 5.3.3 安定地盤上の盛土

③丘陵地や台地と接する沢部および谷埋盛土

丘陵や台地と沢部の境界では、沢部の軟弱層の圧密沈下により不同沈下が生じる。また、

沢部を埋めた盛土では、沢部に堆積する軟弱層の層厚の違いにより不同沈下や排水不良によるのり面や盛土の崩壊が発生しやすい。

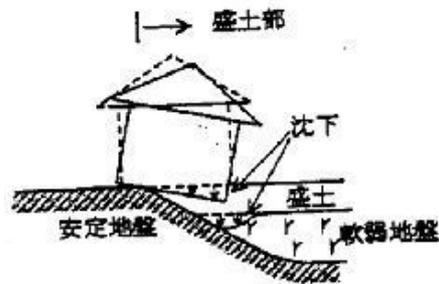


図 5.3.4 丘陵地や台地と接する沢部

(3) 平野部

平野部では、氾濫原・後輩湿地・溺れ谷などに施工された宅地での変状例を示した。

①粘性土や砂質土が複雑に堆積する氾濫原

氾濫原地域では、地盤の圧密や支持力不足による沈下や、粘性土と砂質土の不規則な堆積による不同沈下などが発生しやすい。

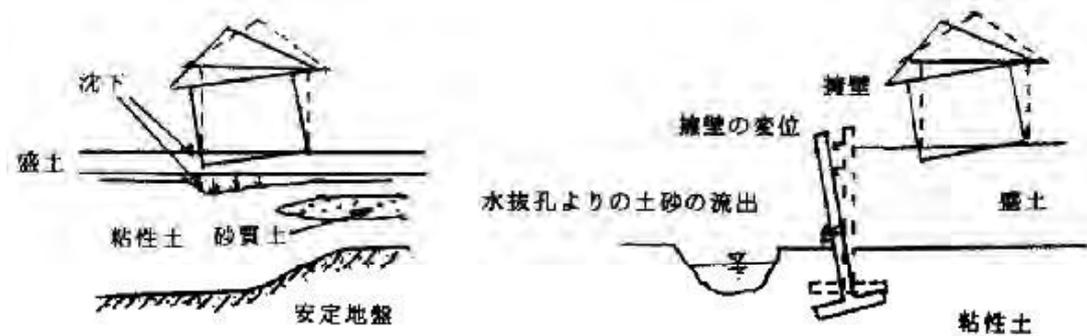


図 5.3.5 平野部の氾濫原地域

②後背湿地や溺れ谷

粘性土層が厚く分布し、腐植土層が分布している場合が多く、新たな盛土等の引き込み沈下により宅地地盤が傾いている場合がある。

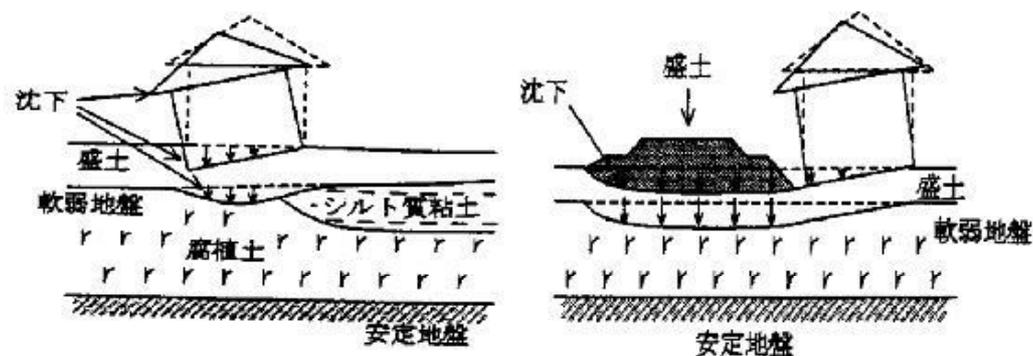


図 5.3.6 有機質土や軟らかい粘性土により構成される地域

③三角洲性低地部

三角州による低地部で、軟らかい粘性土地盤を埋め立てて造成した宅地では、粘性土の圧密沈下が継続し、変状が発生している場合がある。また、地下水位が高く緩い砂層が分布する場合には、地震時に液状化が発生して、変状している場合がある。

- ・埋立地盤

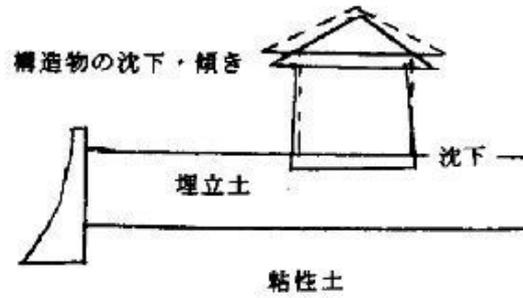


図 5.3.7 軟らかい粘性土層を埋め立てて造成した地盤

- ・地下水位が高く緩い砂層により構成される地盤



図 5.3.8 地下水位の高い砂地盤

表 5.3.1 現地踏査のチェックリストの例 7)

点検項目		点検細目
基本資料	既存資料	地形図・旧地形図・地盤図・地質図・土地条件図・その他 ()
地形観察	地形判別	山地・丘陵・崖錐・洪積台地・扇状地・自然堤防・後背湿地・谷底低地・おぼれ谷・旧河道・三角州・海岸砂州・砂丘・堤間低地・潟湖跡(干潟・干拓地)
	付近の水域からの高低差	敷地からみた川・池沼・湿地までの高さ (GL-) m
地表の傾斜	傾斜度	急傾斜地・緩傾斜地・平坦地・(斜度 15 度以上を急傾斜とする)
	主傾斜の方向	主傾斜が(南・北・西・東・北東・北西・南東・南西) 向き斜面
表層土質	表層地質の地層区分	沖積層・洪積層・第三紀層・その他 ()
	露頭の土質	掘削面無・岩盤・固結土・砂質土・粘性土・ローム・その他 ()
起伏の位置関係	丘陵尾根との関係	裾地・中腹・頂上付近などの鞍部
	台地・崖地との関係	崖麓・中腹・崖端・台地上の平坦地
	微地形境界(傾斜転換点)線上からの位置	低地側平坦部・地形境界の接合端部・高地側傾斜部
土地利用	周辺の土地利用	旧来からの宅地・水田・畑地・山林・原野・果樹園・沼沢・その他 ()
	地域地盤特性	凍上地帯・水害常襲地・地盤沈下地帯・崖崩れ危険地域・液状化履歴地・特記なし
	宅地化の状況	家屋が(まばらである・多い・密集している)
植生	植物の種類	かん木が目立つ・湿水性植物・砂丘性植物・その他 ()・特記なし
周辺異常	電柱の傾斜	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
	道路の波打ち・亀裂	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
	排水溝・水路の波打ち	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
	家屋の壁・基礎の亀裂	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
	塀の不陸・傾斜	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
	擁壁の異常	無し・有り わずか・目立つ・かなり目立つ
敷地履歴	敷地の現況	既成宅地・不整地の原野・水田・畑・その他 ()
	敷地の履歴	原野・山林・崖地・畑・水田・池沼・河川敷・その他 ()
	過去の災害履歴	有 ()・無
造成状態	地表面形状	敷地傾斜 無し・有 () m 段差 無し・有 () m
	盛土の厚さ	() m～() m・不明
	盛土の経過時間	在来地盤・10 年以上・5 年以上～10 年未満・3 年以上～5 年未満・1 年以上～3 年未満・1 年未満・解体後の敷地(推定 20 年)・不明
	切・盛土の境界	明瞭・不明瞭
	新規盛土予定	新規盛土なし・予定有り () m～() m・未定

(日本建築学会 (2008) : 小規模建築物基礎設計指針, p 29 より引用)

5.4 地盤調査の方法

5.4.1 スウェーデン式サウンディング

(1) 試験方法と結果の整理方法

スウェーデン式サウンディング試験方法は **JIS A 1221** に定められている。**2013年3月21日**に規格が改正されている。

スウェーデン式サウンディングは、段階荷重による貫入と回転による貫入を併用したサウンディング調査方法であり、土の静的貫入抵抗を測定し、その硬軟又は締まり具合を判定する試験方法である。この試験は、スウェーデンの国有鉄道で採用され、我が国においては **1954** 年頃に建設省の堤防調査で初めて使用され、その後日本道路公団などでボーリングを補完する技術として普及した。最近では、その調査の簡便さ、迅速性等の利点により、戸建て住宅の調査法として広く用いられるようになった。

スウェーデン式サウンディングの試験装置は、**図 5.4.1**~**5.4.3** に示すスクリーポイント、クランプ、おもりからなる。また、手動による試験装置の例を**図 5.4.4** に示す。

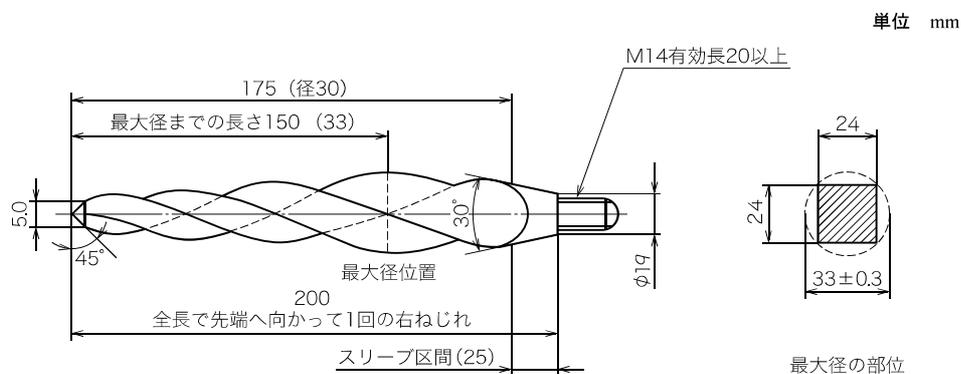


図 5.4.1 スクリューポイントの例 ㊸

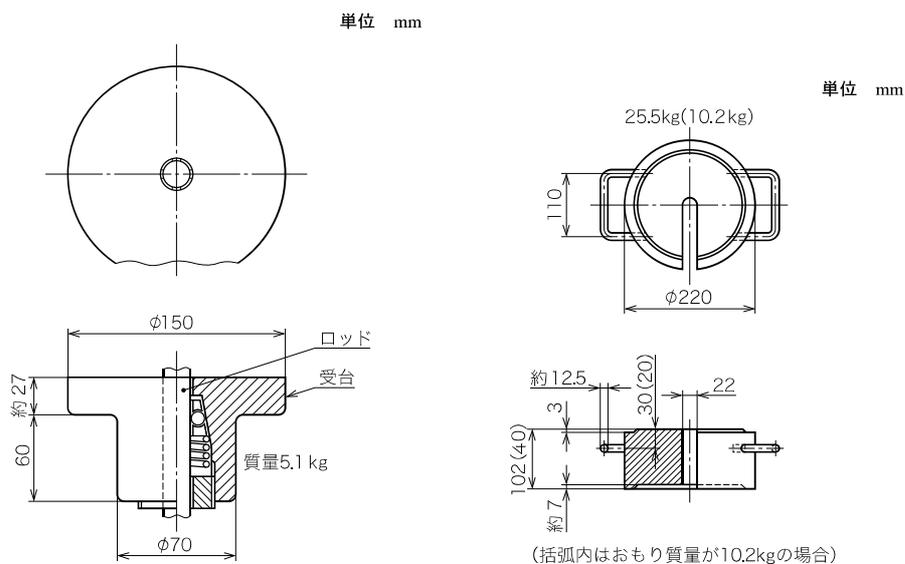


図 5.4.2 クランプの例 ㊸

図 5.4.3 おもりの例 ㊸

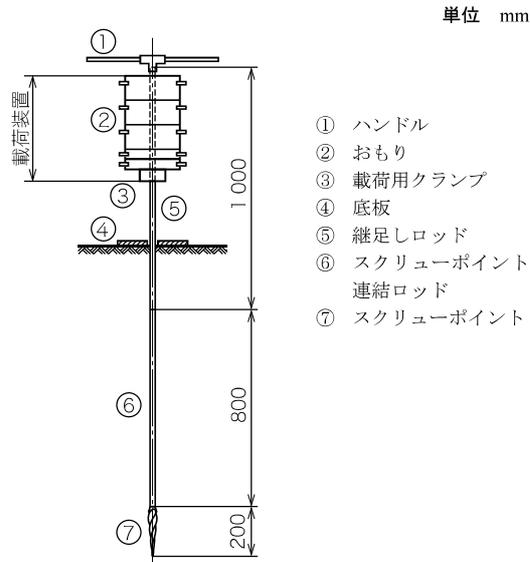


図 5.4.4 手動による試験装置の例 8)

スウェーデン式サウンディングの種類としては、手動（全ての作業が手動で行われるもの）、半自動（回転のみが機械的に自動で行われるもの）及び全自動（回転・载荷・試験記録全てが自動で行われるもの）が存在している。

自動試験装置の場合は、必ずしも実荷重（おもり）を用いなくとも良いこととなっている。また、自動試験装置の能力に配慮し、最小荷重が **500N** の载荷装置が許容されている。図 5.4.5 に自動試験機の例を示す。自動試験装置における荷重制御方法は、試験機の性能により多様であるが、おもりを用いるもの、おもりと本体フレーム自重を合わせたもの、本体フレーム自重と反力を合わせたもの、荷重制御が自動化されたものなどが実用化されている。

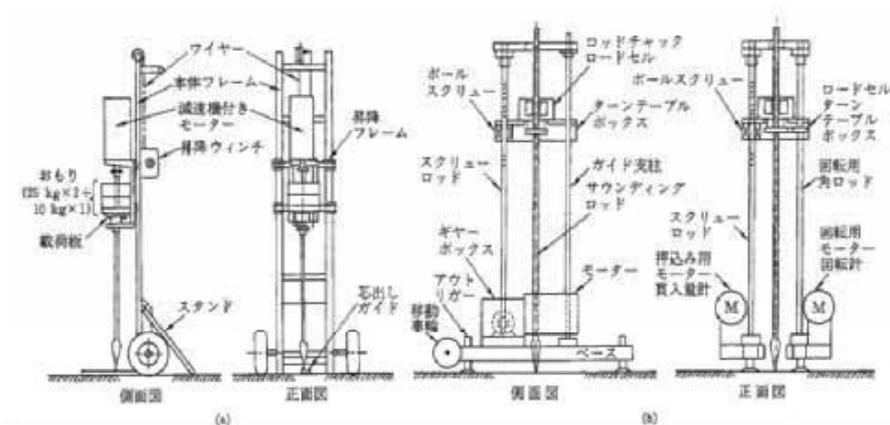


図 5.4.5 自動試験機の例 8)

スウェーデン式サウンディングの試験方法は、以下のように **JIS** で規定されている ¹⁾。

- a) 試験前に、スクリューポイント、载荷装置及び回転装置が損傷していないこと並びにロッド、ねじ部の変形及び損傷がないことを点検する。使用するスクリューポイントは、最大径が **3 mm** 以上摩耗したものを用いない。また、自動記録装置を使用する場合には、試験前に機能チェックを行う。
- b) スクリューポイント連結ロッドの先端にスクリューポイントを取り付け、ロッドに载荷用クランプを固定し、調査地点上に鉛直に立てて支える。貫入時に载荷装置が地盤にめり込むおそれのある場合には、あらかじめ底板などを設置し、めり込みを防止する。
- c) 最初に **100 N** の荷重をクランプへ载荷する。試験の目的に応じて、最初に **500 N** の荷重を载荷してもよい。
- d) 荷重でロッドが地中に貫入するかどうかを確かめ、貫入する場合は強制的に停止せずに貫入が止まったときの貫入量を測定し、その荷重の貫入量とする。また、このときの貫入状況を観察する。
- e) 段階的に荷重を増加して **d)** の操作を繰り返す。荷重の段階は、**50 N**、**150 N**、**250 N**、**500 N**、**750 N** 及び **1 000 N** とする。試験の目的に応じて荷重段階を **500 N**、**750 N** 及び **1 000 N** としてもよい。
- f) 载荷装置下端が地表面に達したら、荷重を除荷し、ハンドルを取り外し、鉛直性を確認しながらロッドを継ぎ足し、载荷用クランプを引き上げて固定し、ハンドルを取り付け、**c)~e)** の操作を行う。
- g) **1 000 N** でロッドの貫入が止まった場合は、その貫入量を測定した後、鉛直方向に力を加えないようにロッドを右回りに回転させ、次の目盛線まで貫入させるのに要する半回転数を測定する。その際、回転速度を **1** 分間に **60** 半回転数程度以下とする。
なお、これ以後の測定は、**0.25 m** (目盛線) ごとに行う。
- h) 回転貫入の途中で、貫入速さが急激に増大した場合は、回転を停止して、**1 000 N** の荷重だけで貫入するかどうかを確かめる。貫入する場合は **d)** に、貫入しない場合は **g)** に従って以後の操作を行う。
- i) 測定において、**e)** の作業の途中で急激な貫入又は **h)** の作業の途中で回転を与えなくても急激に貫入が生じた場合は、いったん貫入が止まるまで荷重を速やかにおろし、その間の作業内容を記録し、**e)** の作業から始める。
- j) 次の状態が確認された場合は測定の終了について検討する。
 - 1) スクリューポイントが硬い層に達し、貫入量 **0.05 m** 当たりの半回転数が **50** 回以上となる場合
 - 2) ロッド回転時の抵抗が著しく大きくなる場合
 - 3) 地中障害物に当たり貫入不可となった場合記録には測定終了事由及び終了深度を記録する。
- k) 試験終了後、载荷装置を外し、引抜き装置によってロッドを引き抜き、その本数を点検し、スクリューポイントの異常の有無を調べる。

また、試験結果の記録及び整理に関しても、以下のように **JIS** で規定されている ¹⁾。

- a) 荷重だけによって貫入が進む場合は、荷重の大きさ W_{sw} とスクリーポイント先端の地表面からの貫入量を求める。
- b) 荷重 $1\ 000\ N$ で、回転によって貫入が進む場合は、半回転数 N_a に対応する貫入後のスクリーポイント先端の地表面からの貫入深さを記録し、そのときの貫入量 L を計算する。
- c) 貫入量 $1\ m$ 当たりの値は、次の式で計算し、小数点第一位を四捨五入し表示する。
ここに、 N_{sw} : 貫入量 $1\ m$ 当たりの半回転数
 N_a : L の長さの貫入に要した半回転数
 L : 貫入量 (cm) $L=25\ cm$ の場合は $N_{sw}=4N_a$
- d) 貫入速度が急激に増大したり減少する場合は、貫入の状況を記録する。
- e) 試験結果は、荷重、半回転数、貫入量 $1\ m$ 当たりの半回転数を記録する。

(2) 結果の利用方法

スウェーデン式サウンディングと他の試験を比較した例としては、稲田により N 値との関係が図 5.4.6 に、一軸圧縮強さとの関係が図 5.4.7 に示されている。

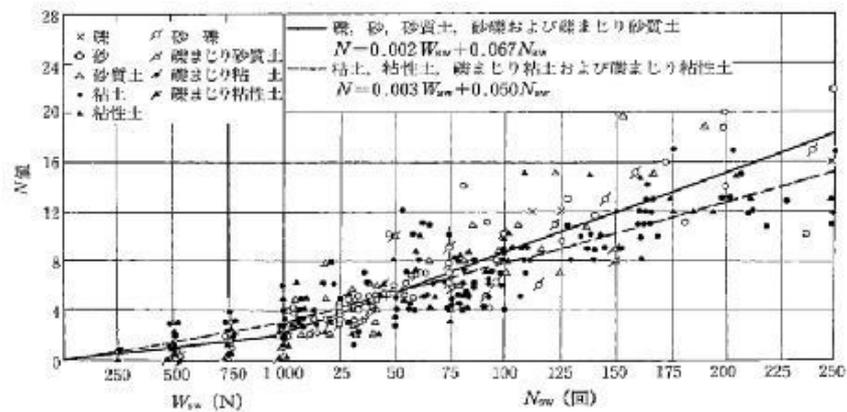


図 5.4.6 N 値と W_{sw} , N_{sw} との関係 8)

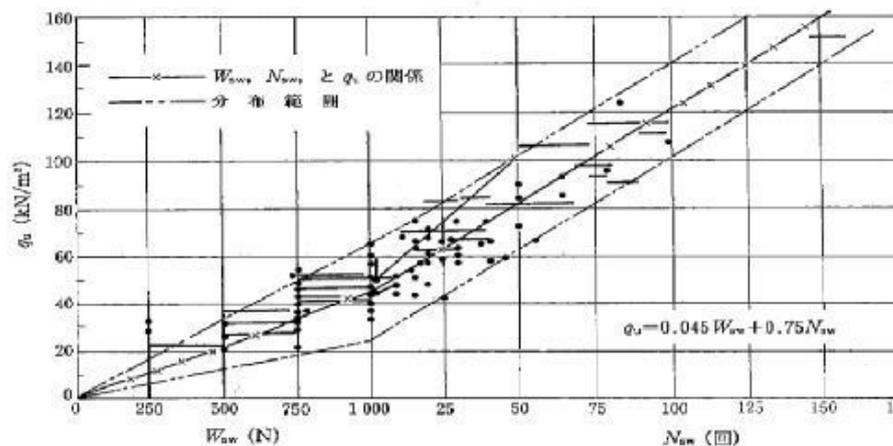


図 5.4.7 一軸圧縮強さと W_{sw} , N_{sw} との関係 8)

5.4.2 標準貫入試験

(1) 試験方法と結果の整理方法

標準貫入試験（SPT）は、SPT サンプラーを動的貫入することによって地盤の硬軟、締まり具合の判定、及び土層構成を把握するための試料の採取を目的とする。標準貫入試験は、事実上岩盤を除くほとんどの土質地盤に適用されている。ただし、礫質土に対する適用性には限界があり、90%粒径がサンプラー外径を越える礫質土への適用は避けることが望ましい。更に、ロッド自沈や N 値が 1~2 などの非常に軟弱な地盤では、設計用地盤情報として用いるには問題がある。

標準貫入試験の概念図を図 5.4.8 に示す。標準貫入試験から得られる N 値とは、質量 $63.5 \text{ kg} \pm 0.5 \text{ kg}$ の鋼製ハンマーを $760 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ の高さから自由落下させてロッド頭部に取り付けたアンビルを打撃し、ロッド先端に取り付けた SPT サンプラーを地盤に 300 mm 打ち込むのに必要な打撃回数のことである。

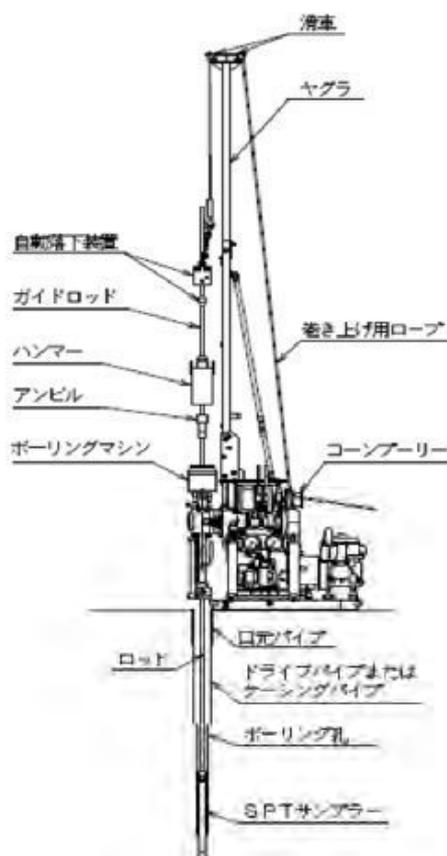


図 5.4.8 標準貫入試験の概念図⁹⁾

標準貫入試験方法は 2005 年に国際規格（ISO 22476-3）として規格化され、これに伴い JIS 規格も ISO 規格に準じる形で 2013 年に改正された。ISO では、サンプラー形状が従来の JIS 規格と異なっているが、このサンプラーから得られる N 値は設計に用いることが出来ず、設計に用いる場合は従来の JIS で規定されていた SPT サンプラー（図

5.4.9 参照) を用いることとなっている。

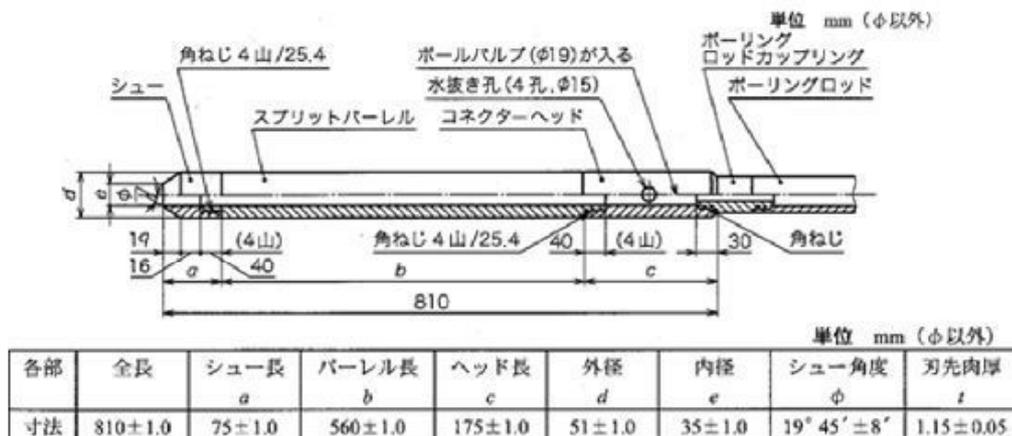


図 5.4.9 設計に用いるN値のためのSPT サンプラー⁹⁾

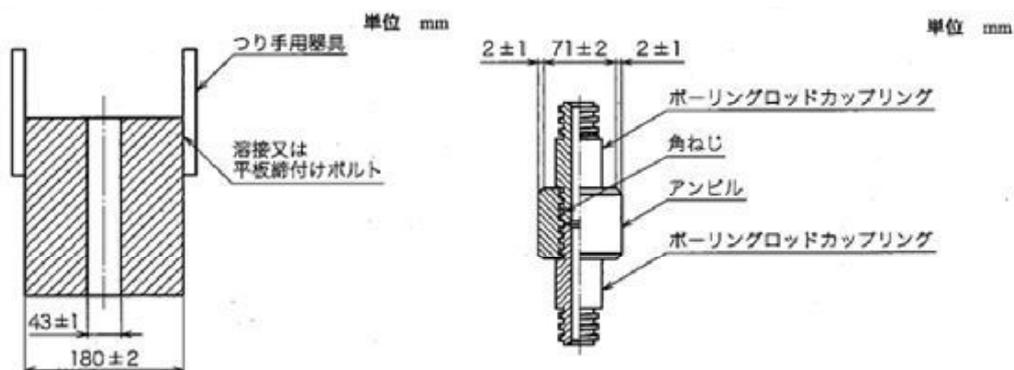


図 5.4.10 標準貫入試験の主な用具⁹⁾

標準貫入試験に用いる主な用具は、ボーリング機械 1 式のほか、図 5.4.10 に示すような SPT サンプラー、アンビル、ハンマー及びロッドや落下装置からなる。SPT サンプラーは、シュー、二つ割りにできるスプリットパーレル及びカップリングからなる鋼製のものである。シューは、損傷しにくい熱処理を施した構造用合金鋼製のもので、外面及び内面は摩擦の少ない仕上げ面をもつものである。アンビルは、ハンマーの打撃を直接受け、そのエネルギーをロッドへ伝える装置である。ハンマーは、質量が 63.5 kg で、SPT サンプラーを打ち込むのに必要なエネルギーを発生させるための打撃装置の一部で、「もんけん」と呼ばれることがある。ロッドは、呼び径 40.5 (JIS M-1001) を用いる。呼び径 40.5 のロッド質量は、カップリングを含め平均 4.5 kg/m ± 0.3 kg/m である。ロッド長は、通常 3m が標準で、この他に短管といわれる長さ 1.5 m、1 m のものが用いられている。落下装置は、ハンマーを吊り上げて自由落下させることができるもので、設計に用いる N 値を求める場合には、自動落下 (全自動落下型又は半自動落下型) とする必要がある。従来、手動落下法 (コーンプーリ法、とんび法) がしばしば用いられて

いたが、今回の **JIS** 改正から、この方法は N 値を設計に用いる場合には使用できないこととなった。

標準貫入試験方法 (**JIS A 1219-2013**) と結果の整理方法は、以下のとおりである。

- ① 所定の試験深度まで試験孔を掘削し、試験孔底のスライムを取り除く。その際に孔底以深の地盤を乱してはならない。
- ② ロッドの先端に **SPT** サンプラーを取り付け、試験孔底へ降ろす。そして、打撃装置を取り付ける。この時点での貫入量を記録する。軟弱地盤で自沈を生じる場合は、ロッド自沈あるいはハンマー自沈に分けて記録する。
- ③ **63.5 kg** のハンマーを **760 mm** の高さから自由落下させ、試験孔底から **150 mm** まで (自沈を含む) 予備打ちを行う。予備打ちは、軟弱な地盤ではハンマー落下高を小さくして、軽打撃によって貫入抵抗を確認しながら貫入する。また、 N 値 **50** 以上と想定される地盤では、予備打ちを本打ちに代えることができる。
- ④ 予備打ち後、**63.5 kg** のハンマーを **760 mm** の高さから自由落下させ、**SPT** サンプラーを **300 mm** 貫入する。必要な打撃回数は、**100 mm** 貫入ごとに記録する。ただし、打撃 **1** 回ごとの貫入量が **100 mm** を超えた場合は、その貫入量を記録する。
- ⑤ 本打ちの打撃回数は、特に必要のないかぎり **50** 回を限度とする。予備打ち後に **300 mm** 貫入させるに必要な全打撃回数をその試験区間の N 値とする。
- ⑥ 所定の打撃回数で貫入量が **300 mm** に達しない場合、打撃回数に対する貫入量を記録する。なお、必要に応じて打撃回数を **100** 回まで増やしてもよい。
- ⑦ 採取された試料は、逆止弁の位置に到達してはいけない。
- ⑧ 測定を終了した後、地表に **SPT** サンプラーを引き上げ、シュー及びカップリングを取り外し、スプリットバーレルを二つに割り、採取試料の観察を行う。代表的な試料を透明な容器に保存する。なお、採取試料が複数の土層にまたがる場合は、試料の上下関係を保ったまま、試料間にしきいを挟んで試料を保存する。
- ⑨ 試験結果は、 N 値又は打撃回数に対する貫入量として報告する。

標準貫入試験の結果は、図 **5.4.11** に示したような柱状図 (標準貫入試験結果一覧図) に整理し利用されている。この図の内、採取試料の観察結果などから地層構成や定性的な強度・変形・含水量、混入物の情報を、 N 値の深度分布から地盤の硬さや締まりの程度を読み取ることができる。更に、これらの情報は、地層の堆積年代、支持層としての評価、圧密層や液状化層の判断、地下水位や透水性の評価などに有効に活用できる。

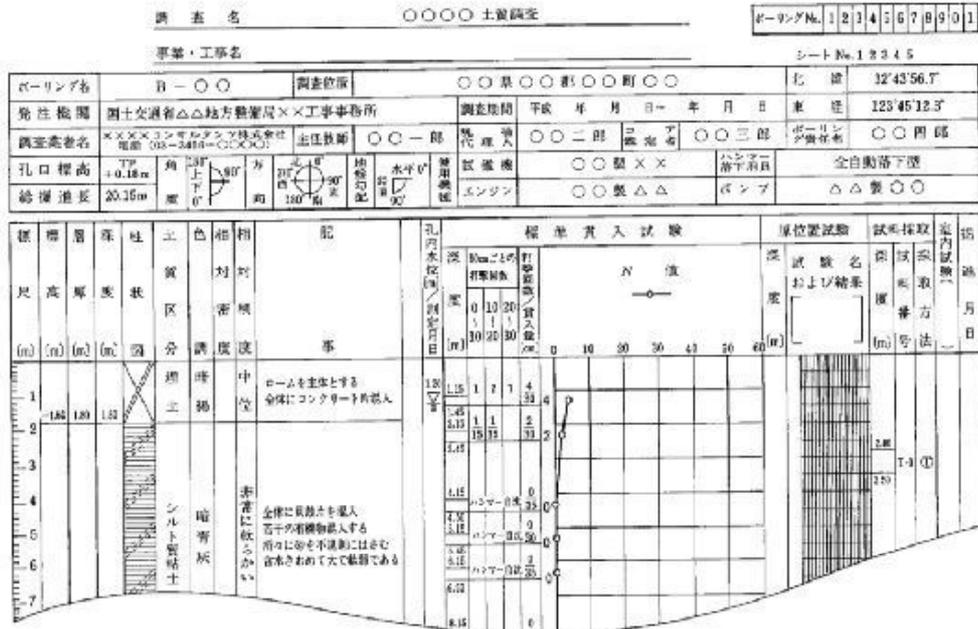


図 5.4.11 ボーリング柱状図 (標準貫入試験結果一覧図) 10

(2) 結果の利用方法

標準貫入試験が普及している理由の一つに、豊富なデータの蓄積がある。N値は砂質土の相対密度やせん断抵抗角、更に液状化強度比など地盤定数との関係が数多く提案されている。N値とせん断抵抗角の関係は、Terzaghi and Peck, Meyerhof, Dunham (ダナム), 大崎らなどにより提案されており、表 5.4.1 及び図 5.4.12 に示す。N値と粘性土の一軸圧縮強さの関係は、Terzaghi and Peck により、表 5.4.2 及び図 5.4.13 のように示されている。また、竹中・西垣, 奥村は、Terzaghi and Peck の N値と q_u の関係が過小であることをし、図 5.4.14 を示している。

表 5.4.1 N値と内部摩擦角の関係⁹⁾

N値 (相対密度)	内部摩擦角 ϕ (度)				
	Terzaghi ・ Peck	Meyerhof	Dunburn	大崎 ^{※1}	道路橋 ^{※2}
0~4 (非常に緩い)	28.5>	30>			
4~10 (緩い)	28.5~30	30~35	①粒子丸・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 15$	$\sqrt{20N} + 15$	$\sqrt{15N} + 15$ ($N \geq 5$)
10~30 (中位の)	30~36	35~40	②粒子丸・ 粒度良 $\sqrt{12N} + 20$		
30~50 (密な)	36~41	40~45	③粒子角・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 25$		
>50 (非常に密な)	>41	>45			

※1：建築基礎構造設計指針に引用されている。
 ※2：道路橋示方書1996年版以前で採用されていた。

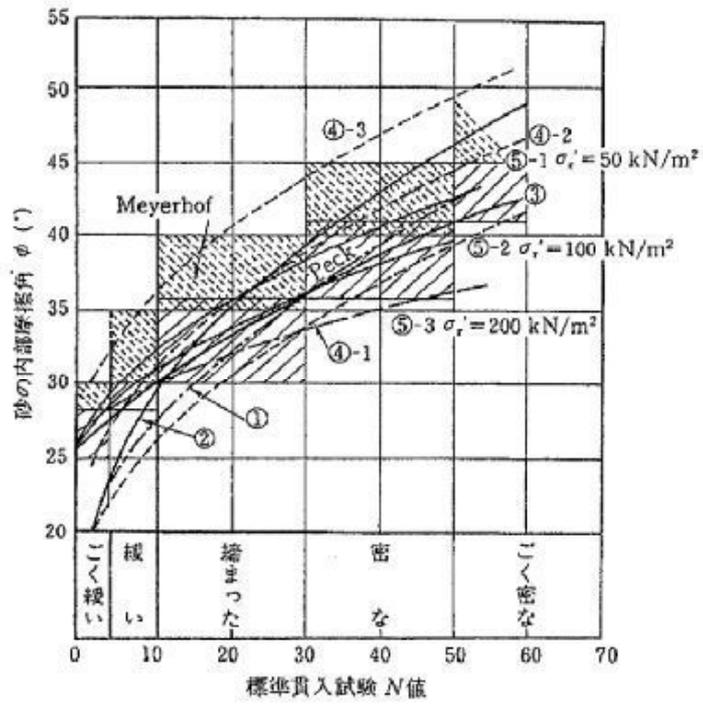


図 5.4.12 N 値と砂の内部摩擦角の関係¹¹⁾

表 5.4.2 N 値と粘土のコンシステンシー，一軸圧縮強さの関係¹²⁾

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0~2	0.0~24.5	非常に柔らかい
2~4	24.5~49.1	軟らかい
4~8	49.1~98.1	中位の
8~15	98.1~196.2	硬い
15~30	196.2~392.4	非常に硬い
30~	392.4~	固結した

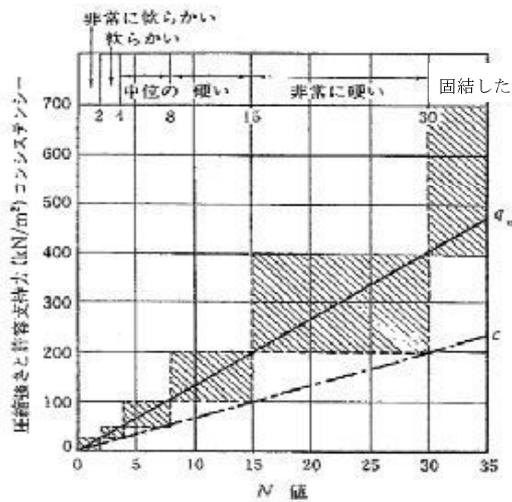


図 5.4.13 N 値と粘土のコンシステンシー，一軸圧縮強さの関係¹²⁾

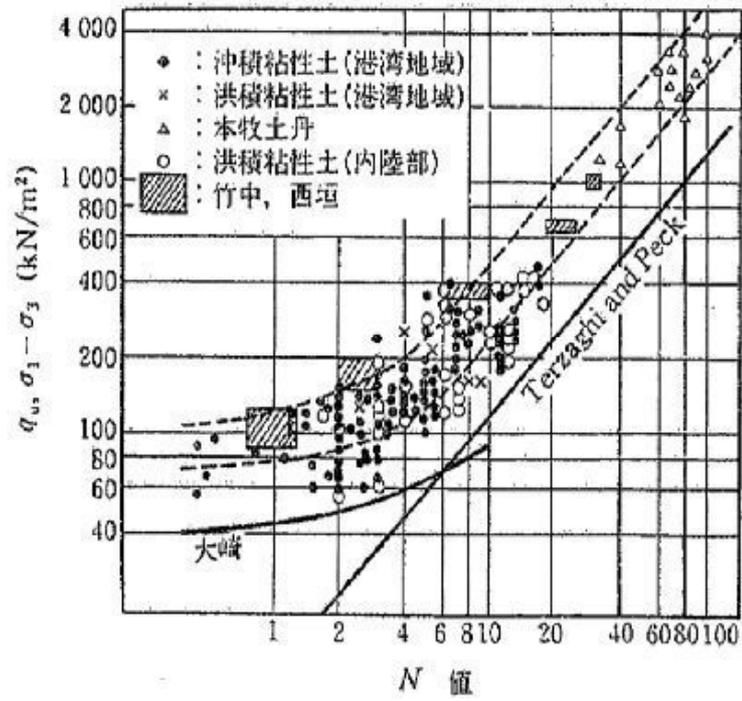


図 5.4.14 q_u と N 値の関係¹³⁾

5.4.3 平板载荷試験

(1) 試験方法と結果の整理方法

平板载荷試験は、地盤に直接荷重を载荷することで地盤の変形特性や支持力特性を直接的に測定する試験方法である。2012年の地盤工学会基準の改正に伴い、従来の基準では主に土質地盤を対象とした支持特性を求めるための「地盤の平板载荷試験 (JGS 1521)」と、軟岩から硬岩までの原位置岩盤を対象とした変形特性を求めるための「剛体载荷板による岩盤の平板载荷試験 (JGS 3521)」を「平板载荷試験 (JGS 1521-2012)」として両者の統合が図られている。本章では、主に土質地盤を対象とした支持特性を求めるための試験方法について記載する。

平板载荷試験装置の構成と設置状況を図 5.4.15 に示す。平板载荷試験に用いる载荷板は、試験地盤の変位に対して载荷板のたわみが無視できる、十分な剛性を持つ上下面が平滑な鋼製の円形剛板で、直径は 300mm 以上、厚さは 25mm のものが用いられる。また、载荷板には図 5.4.16 示すような補強リブを付けることもある。

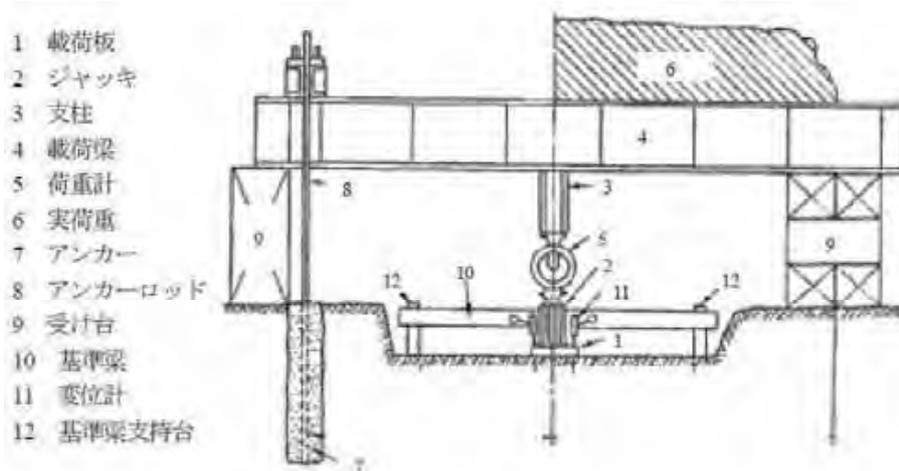


図 5.4.15 試験装置の例¹⁴⁾

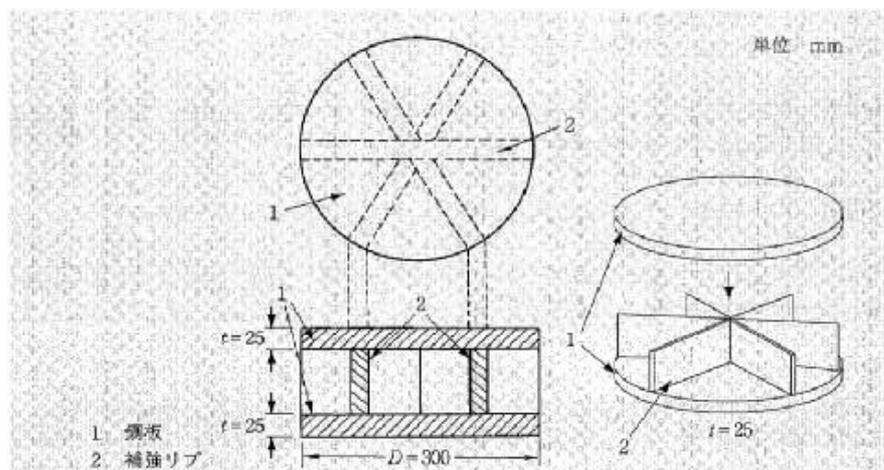


図 5.4.16 補強リブ付き载荷板の例(载荷板直径 300mm, 鋼板厚さ 25mm の場合)¹⁴⁾

試験方法は、以下のとおりである。

- ① 試験位置の選定は、計画構造物の種類、規模、基礎の大きさや地盤状況を十分に検討して、地盤を代表しうる位置を適切に選定する必要がある。
- ② 試験地盤面の整形は、載荷板の中心から載荷板直径の **3** 倍以上の範囲を水平に整地する。また、試験地盤に礫を混入する場合は、礫の大きさが載荷板の寸法に比較して過大とならないようにする必要がある。許容される礫の最大径は、載荷板直径の **1/5** 程度である。
- ③ 載荷板は、試験地盤面に密着するように設置する。載荷板と試験地盤の密着性を良くするために、試験地盤面に乾燥砂を薄く敷いても良い。
- ④ 載荷パターンは、土質地盤で支持力を求める場合は、図 **5.4.17** に示す「段階式載荷」、「段階式繰返し載荷」が一般的に用いられる。段階式載荷は、主に地盤の支持力特性を把握する場合に採用されることが多い。段階式繰返し載荷は、多サイクルに載荷-除荷を繰返すことから、各荷重段階での変形特性を求めることが可能である。
- ⑤ 載荷時には、載荷板と地盤の接触面とのなじみを良くするために、第1段階荷重を超えない範囲で予備載荷を **2~3** 回繰返して行う。
- ⑥ 計画最大荷重は、試験の目的が達成できるように、地盤条件や設計荷重を基に設定する。載荷パターンは試験最大荷重を **5~8** 段階の等分割の一定荷重となるように設定する。荷重保持時間は、載荷時 **30** 分、除荷及び再載荷時は **5** 分程度とする。
- ⑦ 測定記録は、各荷重段階において所定の荷重に達した後、**0** 分、**1** 分、**2** 分、**5** 分及び以降 **5** 分毎とすることが多い。

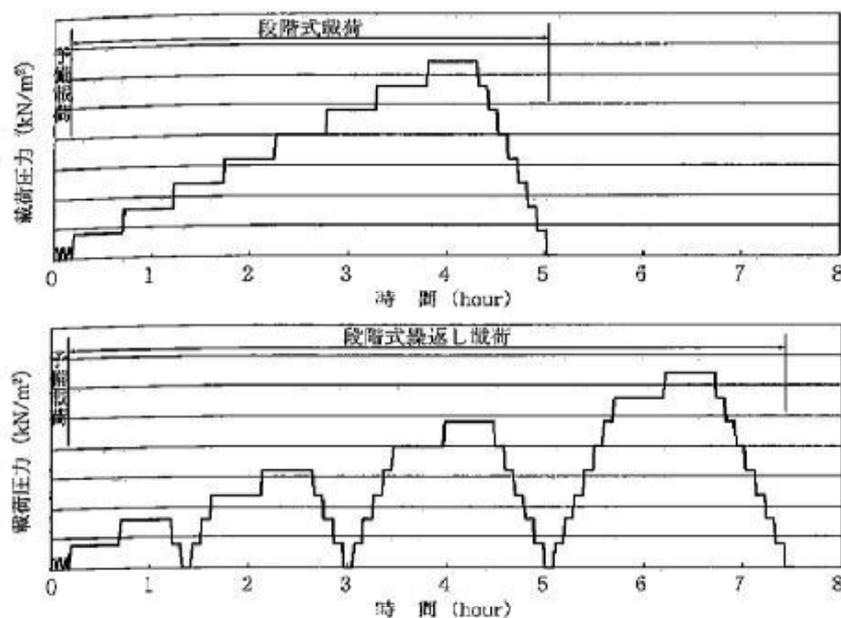


図 5.4.17 載荷パターンの例 14)

測定結果に基づいて「時間-荷重強さ曲線」, 「時間-沈下量曲線」, 「荷重圧力-沈下量曲線」及び「荷重圧力-残留沈下量, 除荷量曲線」を作成する。また, 地盤反力係数 $K_{vs}(\text{MN}/\text{m}^3)$ を「荷重圧力-沈下量曲線」から次式より求める。

$$K_{vs} = \frac{\Delta p}{\Delta S} = \frac{p_2 - p_1}{S_2 - S_1}$$

ここに, Δp : 荷重圧力の変化量 (kN/m^2)

ΔS : Δp に対応する沈下量 (mm)

p_1, p_2 : 荷重圧力 (kN/m^2)

S_1, S_2 : 各々の沈下量 (mm)

ただし, p_1 は無荷時 (荷重強さ 0), p_2 は最大荷重圧力の 1/3 とすることを原則とする。

「荷重圧力-沈下量曲線」で沈下量が急激に増加し始めるとき, もしくは荷重板やその周辺地盤の状況が急激に変化し, 荷重が難しくなり始めたときの荷重を極限支持力として読み取る。図 5.4.18 に荷重圧力-沈下量曲線の例を, 図 5.4.19 に極限支持力の推定図を示す。なお, 段階式繰返し荷重の試験では, 「荷重圧力-残留沈下量曲線」および「除荷曲線」を作成する。

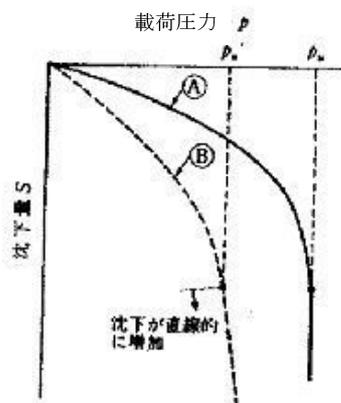
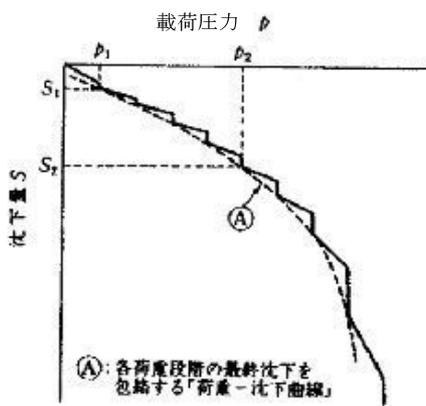


図 5.4.18 荷重圧力-沈下量曲線¹⁴⁾ 図 5.4.19 荷重圧力-沈下量曲線の形と極限支持力¹⁴⁾

(2) 結果の利用方法

平板荷重試験の結果は, 荷重板の荷重圧力-沈下量関係より, 基礎の支持地盤の沈下および支持力の検討に用いられる。しかし, 平板荷重試験の結果を直接実大規模の構造物基礎の沈下や支持力に関する設計に適用してもよいことにはならない。基礎の沈下や支持力は, 基礎の根入れ, 形状, 大きさ, 剛性, 地盤構成, 地下水位, 荷重量, 荷重時間などいろいろな条件に支配される。

荷重面積の違いによる荷重の影響範囲の概念図を図 5.4.19 に示す。平板荷重試験による支持力特性は, 荷重板直径の 1.5~2.0 倍程度の深さの地盤が対象になる。このように, 平板荷重試験の結果は荷重板の大きさに対応した地盤の支持力特性であることを十分

認識する必要がある。したがって、荷板寸法の2倍程度より深い地盤を対象とする場合は、更に深く掘削して荷板試験を実施する必要がある。

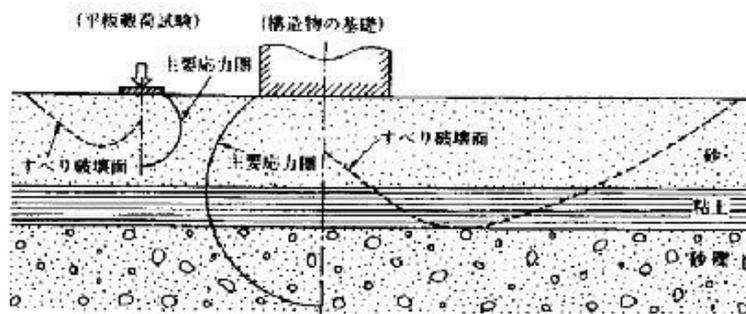


図 5.4.19 構造物の基礎と荷板の大きさの関係¹⁴⁾

一般に設計荷重強さが許容できるか否かについては、以下の点を参考に判断することが多い。

- ①地盤の長期許容支持力は極限荷重 1/3 とする。
 - ②極限荷重強さが認められなかった場合は、試験時の最大荷重を極限支持力とする。
- 既往の平板荷重試験の実施例を参考に、地盤の極限支持力と地盤反力係数を算定した結果を表 5.4.2 に示した。

表 5.4.2 平板荷重試験で求めた極限支持力、地盤反力係数の一例¹⁴⁾

地盤	試験結果	極限支持力 (kN/m ²)	地盤反力係数 (MN/m ³)
関東コーム (立川, 武蔵野)		662~666	-
洪積砂層 (成田層)		900	-
砂礫地盤		2 750~3 400	-
洪積粘性土 (大阪層群)		1 300~	300~1 000
洪積砂質土		1 000~	40~80
洪積砂礫土		1 600	130~200
埋立て地盤		330~340*	88~103
盛土地盤 (碎石)		630*	243
沖積砂地盤		830*	40

* 荷重試験結果の降伏荷重

「建築基準法施行令・国土交通省告示第 1113 号」では、地盤の長期許容応力度は、次式によるものとなっている。

$$q_a = q_t + 1/3 N^{-1} \gamma z D_t$$

ただし、 q_a : 地盤の長期許容応力度 (kN/m²)

q_t : 平板荷重試験による降伏荷重の 1/2 の数値又は極限荷重の 1/3 の値のうちいずれか小さな値 (kN/m²)

N_c : 地盤の支持力係数 (無次元) で, 締まった砂質地盤では **12**, 緩い砂質地盤では **6**, 粘性土地盤では **3** とする。

γ_2 : 基礎底面までの深さ (m)

日本建築学会「建築基礎構造設計指針」では, 次のように求められている。
支持地盤の支持力係数 (cN_c あるいは $\gamma_1 N_\gamma$) を求める

$$\text{粘土地盤の場合 : } cN_c = \frac{Q_u}{\alpha_t}$$

$$\text{砂質地盤の場合 : } \gamma_1 N_\gamma = \frac{Q_u}{\beta_t \cdot B_t}$$

ここに,

Q_u : 平板載荷試験から求められる地盤の極限支持力 (kN/m²)

cN_c : 支持地盤の粘着力 c の項目を含めた支持力係数 (kN/m²)

$\gamma_1 N_\gamma$: 支持地盤の単位体積重量 γ_1 の項目を含めた支持力係数 (kN/m³)

α_t, β_t : 試験に用いた載荷板の形状係数で, 直径 **30cm** の円板を使用した場合は, $\alpha_t=1.2, \beta_t=0.3$ となる。

B_t : 載荷板の幅 (m)

5.4.4 オートマチックラムサウンディング試験

(1) 試験方法と結果の整理方法

オートマチックラムサウンディングは、スウェーデンで開発された動的コーン貫入試験方法で1974年に日本に導入された。試験装置は、図5.4.20に示す自動連続貫入装置、自動引抜き装置、ロッド及びコーンで構成されている。この試験は、ハンマー質量が**63.5kg**、落下高さが**500mm**であり、貫入量**200mm**毎の打撃回数を測定する。また、ロッドをトルクレンチで回転させトルクを測定することにより、ロッド周面摩擦を補正することができる。周面摩擦の影響は、一般的に次式で補正される。

$$N_d = N_{dm} - N_{mantle}$$

$$= N_{dm} - 0.040M$$

ここに、

N_d ：補正された打撃回数

N_{dm} ：測定された打撃回数

N_{mantle} ：周面摩擦相当の打撃回数

M ：回転トルク (N・m)

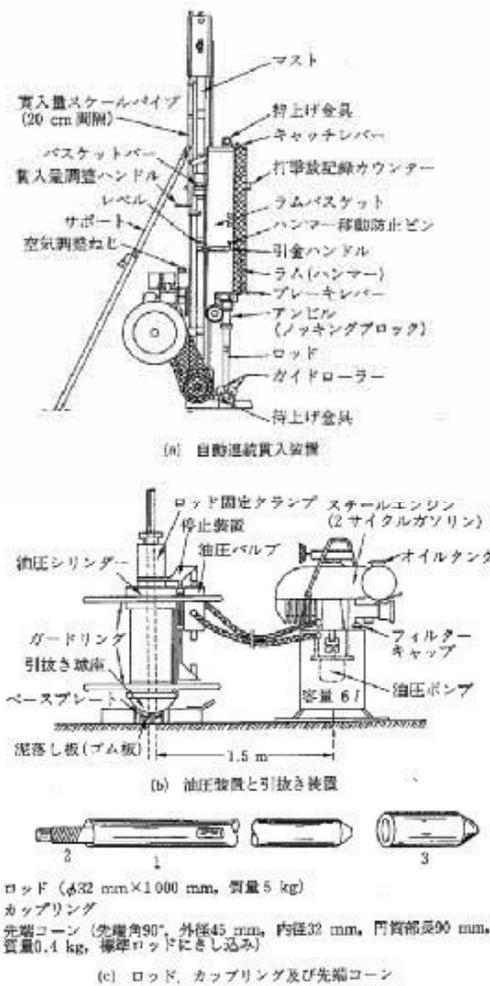


図 5.4.20 オートマチックラムサウンディング試験装置 15)

(2) 結果の利用方法

オートマチックラムサウンディングから得られる N_a 値と N 値の関係を図 5.4.21 に示す。同図によると、ほぼ N_a 値= N 値の関係が成り立っている。

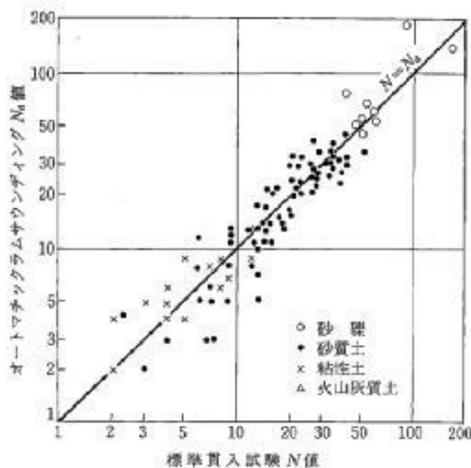


図 5.4.21 N 値と N_a 値の関係 15)

5.4.5 電気式コーン貫入試験

(1) 試験方法と結果の整理方法

電気式コーン貫入試験は、地盤特性を連続的に把握できる試験方法で、ヨーロッパを中心に広く用いられている。国内では 1965 年電気式コーンペネトロメータとして実用化され、最近ではコーンの先端抵抗、周面摩擦及び間隙水圧の三成分を測定するタイプが標準的に用いられている。本試験は、地盤工学会基準の「電気式コーン貫入試験方法 (JGS1435-2012)」として基準化されている。コーン先端抵抗と周面摩擦の測定形式を図 5.4.22 に示す。

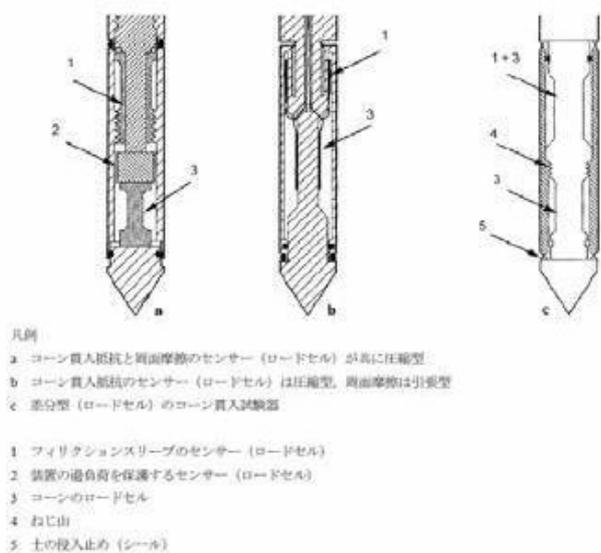


図 5.4.22 コーン先端抵抗と周面摩擦の測定形式 16)

(2)結果の利用方法

ロバートソンにより提案されている、先端抵抗に対する摩擦比と間隙水圧の関係に基づく土質分類チャートを図 5.4.23 に示す。この分類図では、指標として次式のように定義される先端抵抗 Q_t 、周面摩擦比 F_r 及び間隙水圧比 B_q が用いられている。

$$Q_t = \frac{(q_t - \sigma_{v0})}{\sigma_{v0}'}, \quad F_r = \frac{f_s}{(q_t - \sigma_{v0})} \times 100(\%),$$

$$B_q = \frac{(u - u_0)}{(q_t - \sigma_{v0})}$$

ここに、

σ_{v0} : 当該深さにおける鉛直全応力 (kN/m²)

σ_{v0}' : 当該深さにおける鉛直有効応力 (kN/m²)

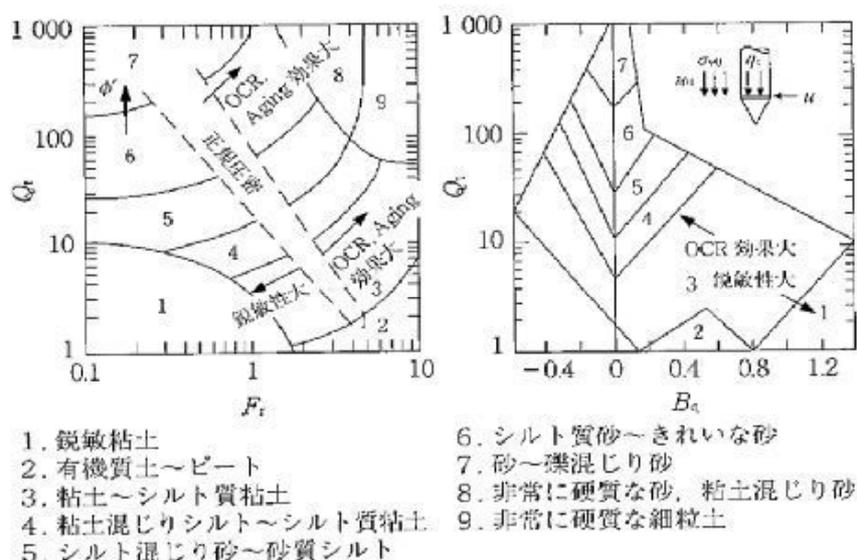


図 5.4.23 ロバートソンによる土質分類チャート 16)

また、先端抵抗 q_t と粘性土の非排水せん断強さ c_u は、次式で関連付けられる。

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

ここに、

N_{kt} : コーン係数

c_u : 非排水せん断強さ (kN/m²)

σ_{v0} : 鉛直全応力 (kN/m²)

コーン係数 N_{kt} は、理論的あるいは実験的な方法で求められている。図 5.4.24 には、田中により求められたわが国の海成粘土でのコーン係数 N_{kt} と塑性指数 I_p の関係を示す。

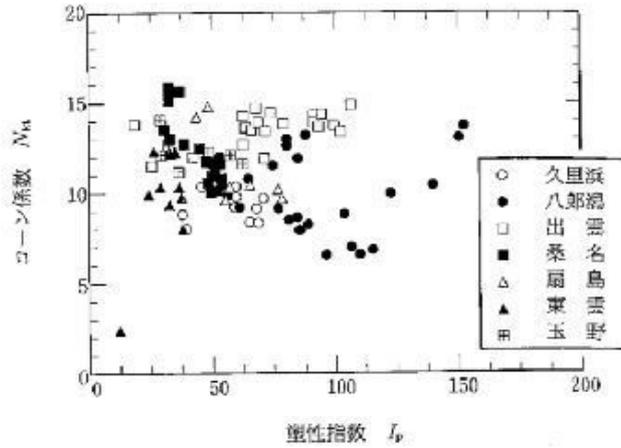


図 5.4.24 わが国海成粘土で得られたコーン係数 N_{kt} (せん断強さを $qu/2$ で求めた場合) 16)

5.4.6 機械式コーン貫入試験

(1) 試験方法と結果の整理方法

機械式コーン貫入試験は電気式コーン貫入試験と同様に、コーンを地盤に静的に圧入する事によって、地盤構成、土の種類及び地盤定数を調査する目的で用いられている。機械式コーン貫入試験はオランダで開発・発展した試験方法であり、このため国内外で「オランダ式二重管コーン貫入試験」と呼ばれていた。本試験方法は、日本工業規格で「オランダ式二重管コーン貫入試験 (JIS A 1220-2001)」として規格化されていたが、機械式コーンの国際規格 (ISO 22476-12:2009) の制定を受け、ISO との整合性や試験法の名称を含めた JIS の全面改正が行われ、現在は「機械式コーン貫入試験方法 (JIS A 1220:2013)」として規格化されている。

新しい JIS 規格では、図 5.4.25 に示す 3 種類の貫入先端が示されている。一番左のマントルコーンが、従来のオランダ式二重管コーン貫入試験の貫入先端である。

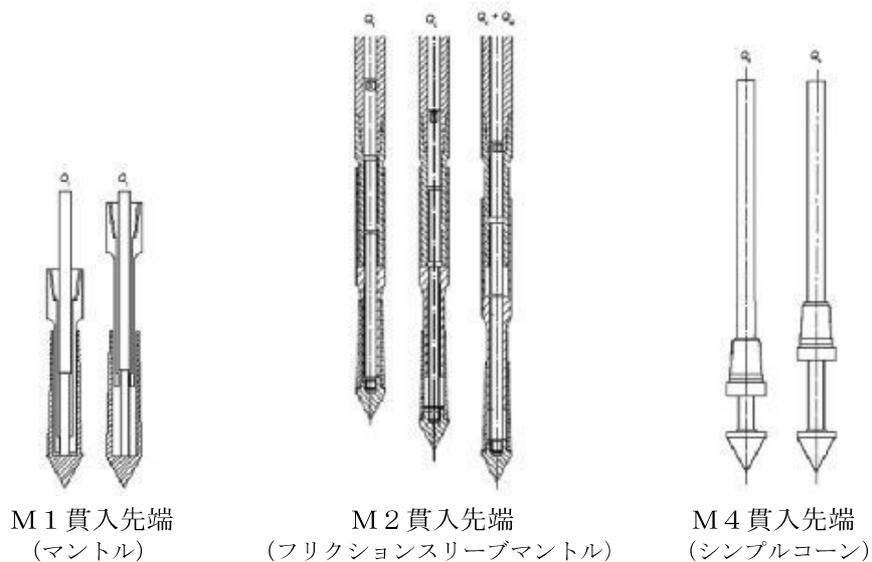


図 5.4.25 機械式コーンの貫入先端 17)

(2)結果の利用方法

機械式コーン貫入試験の1種であるオランダ式二重管コーン貫入試験は、北海道で泥炭の地盤定数を求めることが広く行われている。これは、盛土の破壊事例と原位置ベーン試験によって求められたせん断強度との関係から、 $\alpha_u=1/20 \cdot q_c$ の関係が確立されている背景がある¹⁸⁾。

5.4.7 簡易動的コーン貫入試験

(1)試験方法と結果の整理方法

簡易動的コーン貫入試験は図 5.4.26 に示すように、質量 $5 \pm 0.05\text{kg}$ のハンマーを $500 \pm 10\text{mm}$ の高さから自由落下させ、原位置における地盤の動的な貫入抵抗を簡易に求めることを目的としている。この試験は、簡易なサウンディングとして地盤表層部の調査などに幅広く用いられており、地盤工学会基準「簡易動的コーン貫入試験方法 (JGS 1433-2012)」として基準化されている。

試験結果は、 100mm ごとの打撃回数 N_a 値と貫入長さの関係を整理する。 N_a 値は次式から求める。

$$N_a = 100N \Delta h$$

ここに、 N : 打撃回数

Δh : 貫入量(mm)

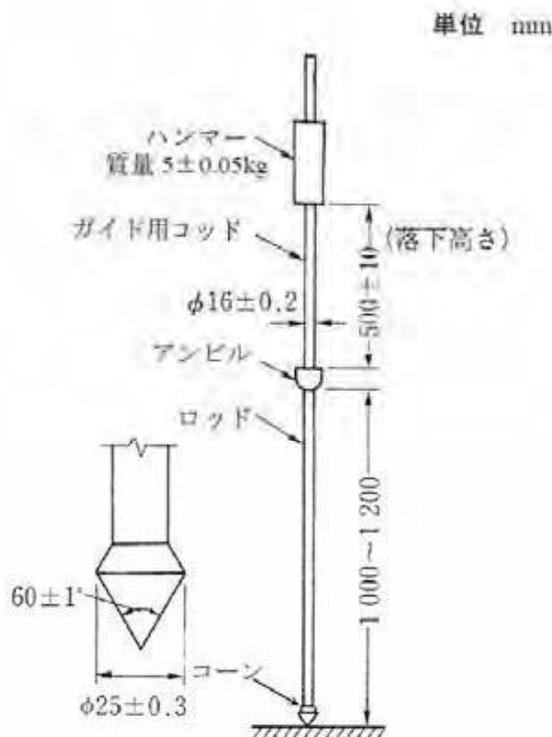


図 5.4.26 簡易動的コーン貫入試験機¹⁹⁾

(2)結果の利用方法

本試験機は比較的軽量であるため、短時間で多くの調査が可能であること、打撃エネルギーが小さいことからわずかな土層の貫入抵抗の変化を把握できることから、主として斜面崩壊地の風化層の調査などに用いられている。また、急傾斜地以外では、盛土や切土などの土構造物の表層部の調査にも適用されている。

5.4.8 ポータブルコーン貫入試験

(1)試験方法と結果の整理方法

ポータブルコーン貫入試験は、粘性土や腐植土などの軟弱地盤に人力で静的にコーンを貫入させることによってコーン貫入抵抗を求め、軟弱層の地層構成や厚さ、粘性土の粘着力などを簡便、迅速に求めることができる。本試験は、地盤工学会基準の「ポータブルコーン貫入試験方法（JGS 1431-2012）」として基準化されている。試験機は図 5.4.27 に示す。

試験結果から、コーン貫入抵抗 q_c を次式から求める。

$$q_c = \frac{Q_c}{A}$$

ここに、 $Q_c = Q_{rd} + (m_0 + n \cdot m_1)g_n / 1000$

Q_c : コーン貫入力 (kN)

A : コーンの底面積 (m²)

($A = 0.000645\text{m}^2$)

Q_{rd} : 荷重計測定値 (kN)

荷重計に力計を用いた場合、 Q_{rd} は次の式で算出する。

$$Q_{rd} = KD$$

K : 荷重計の構成係数 (kN/目盛)

D : 荷重計の読み値

m_0 : コーンの質量 (kg)

m_1 : 単管ロッド、又は二十管ロッド内管 1 本の質量 (kg)

g_n : 標準重力加速度 (m/s²)

n : 単管ロッド、又は二十管ロッド内管の使用本数 (本)

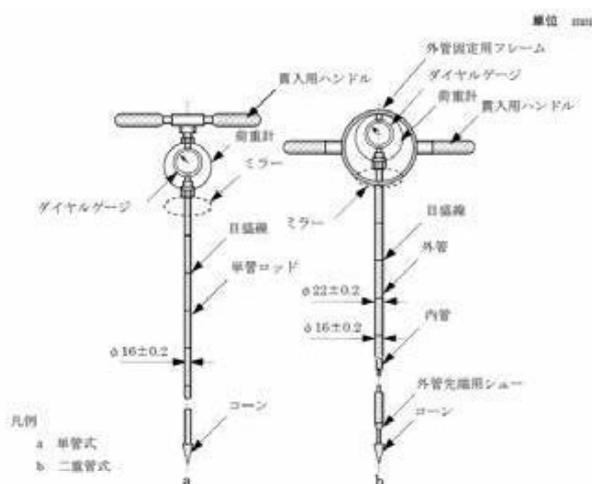


図 5.4.27 ポータブルコーン貫入試験機 20)

(2)結果の利用方法

粘性土を対象に実施したポータブルコーン貫入試験と一軸圧縮試験の結果を図 5.4.28 に示す。これによると、ほぼ以下の関係が認められる。

$$q_c = 5 q_u$$

$$= 10 \alpha_u$$

ここに、

q_u : 一軸圧縮強さ (kN/m²)

α_u : 非排水せん断強さ (kN/m²)

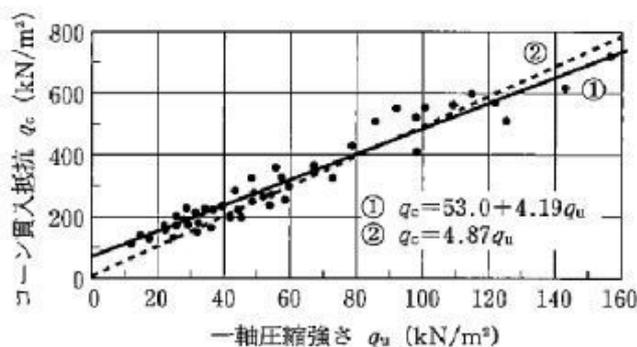


図 5.4.28 ポータブルコーン貫入試験による q_c と q_u との関係²⁰⁾

5.4.9 オーガーボーリング

オーガーボーリングは、ハンドオーガー方式とマシンオーガー方式に分類される。ハンドオーガー方式の例を図 5.4.29 に示す。本方式は、マシンを用いないで人力にてオーガーに取り付けたハンドルを回転させることにより、先端の刃先に回転力と軸力を与えて掘削し、土試料を採取する方法である。本手法は地表から数 m の浅い地盤を対象としており、土壌調査、路床調査あるいは地下埋設物確認のための試掘の手段として用いられている。マシンオーガー方式は、エンジンなどの動力によりロッドを回転させて掘削する方法で、最近では自走式の大型のものも開発されている。

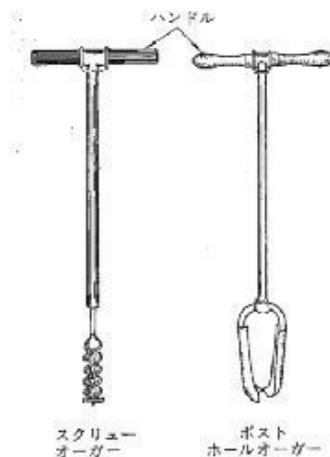


図 5.4.29 ハンドオーガーの例²¹⁾

5.4.10 表面波探査

ハンマーの打撃やバイブレータなどを使って地表で人工的に弾性波波動を発生させると、地盤中には実体波（**P**波あるいは**S**波）が伝搬するとともに、地表面に沿って表面波が伝搬する。この表面波を用いた方法が表面波探査である。

屈折法や反射法の測定システムを用いた多チャンネル式表面波探査の測定システムを図 5.4.30 に示す。起振源としてはハンマー打撃や重錘落下を用いて、衝撃波を発生させる。測定線上に等間隔（1～5m）に多数（24～48 チャンネル）の受信器を設置し、伝搬してきた波形を収録することで、測線上の**S**波分布を得ることができる。

表面波探査は、市街地での宅地地盤調査、地中埋設管路敷設地盤調査、堤防診断調査あるいは液状化予測調査など、地下 10～15m の地盤状況を断面的にとらえる手段として幅広く活用されている。

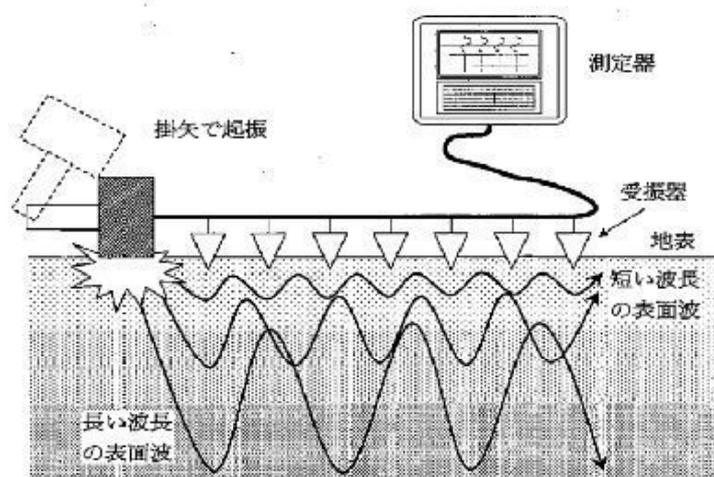


図 5.4.30 多チャンネル式表面波探査測定 22)

<参考文献>

- 1) 日本建築学会（2009）：建築基礎設計のための地盤調査計画指針, p 30
- 2) 国土交通省土地・水資源局（平成 22 年 10 月）：
土地分類基本調査（土地利用履歴調査）成果利活用マニュアル, p2
- 3) 国土交通省土地・水資源局（平成 22 年 10 月）：
土地分類基本調査（土地利用履歴調査）成果利活用マニュアル, p3
- 4) 国土交通省土地・水資源局（平成 22 年 10 月）：
土地分類基本調査（土地利用履歴調査）成果利活用マニュアル, p4
- 5) 総務省(平成 25 年 6 月), 地盤情報の公開・二次利用促進のためのガイド, p 10
- 6) 国土交通省国土保全・水管理局砂防部（平成 26 年 3 月）
土砂災害防止法に基づく取り組み パンフレット, p3
- 7) 日本建築学会（2008）：小規模建築物基礎設計指針, p 29

- 8) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 4 章スウェーデン式サウンディング，pp.325～336，2013.
- 9) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 2 章標準貫入試験，pp.279～316，2013.
- 10) 全国地質調査業協会連合会：ボーリングポケットブック，6 章ボーリング孔を利用する原位置試験，pp.307～366，2013.
- 11) 地盤工学会：地盤調査法，第 6 編サウンディング，p.201，1995.
- 12) Terzaghi, K and Peck, R. B : Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons, 1948.
- 13) 奥村樹郎：港湾構造物の設計における N 値の考え方と利用例，基礎工，Vol.10, No.6, pp.57～62，1982.
- 14) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 8 編載荷試験，第 3 章平板載荷試験，pp.697～735，2013.
- 15) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 13 章規格・基準以外の方法，pp.460～470，2013.
- 16) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 7 章電気式コーン貫入試験，pp.366～403，2013.
- 17) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 6 章機械式コーン貫入試験，pp.345～365，2013.
- 18) 佐々木晴美，能登繁幸：サウンディングによる泥炭のせん断強さの決定について，土と基礎，Vol.24, No.7, pp.13～18，1976.
- 19) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 3 章簡易動的コーン貫入試験，pp.317～324，2013.
- 20) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 6 編サウンディング，第 5 章ポータブルコーン貫入試験，pp.337～344，2013.
- 21) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 4 編ボーリング，第 4 章その他のボーリング，pp.197～200，2013.
- 22) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，第 3 編物理探査・検層，第 9 章その他の弾性波探査，pp.143～163，2013.

参考資料- 1 2 (2)

住宅を対象とした液状化調査

出典：住宅を対象とした液状化調査・対策の手引き書
平成 28 年 3 月、レジリエンスジャパン推進協議会

3.3 液状化判定に有効な地盤調査法

- 表 3.3.1 に液状化判定に有効な地盤調査法を示す。これらの地盤調査法から選定・実施し、液状化判定に必要な地盤定数を評価する。各種地盤調査法には、現場作業時だけでなく地盤定数の推定や液状化の分析時にも留意点があるので、それらに準じて用いる必要がある。

表 3.3.1 液状化判定に有効な地盤調査法

分類	地盤調査法		略称	土質判別	地下水位測定	本書の説明箇所
静的貫入試験	スウェーデン式サウンディング試験		SWS	別途必要	別途必要	3.3.1 項
	静的コーン貫入試験	三成分コーン貫入試験	CPT	推定可 ¹⁸⁾	可	3.3.2 項
	その他	スクレイドライバーサウンディング試験	SDS	推定可 ¹⁹⁾	別途必要	3.3.3 項
動的貫入試験	動的コーン貫入試験	大型コーン貫入試験	SRS	別途必要	別途必要	3.3.4 項
		中型コーン貫入試験	MRS	別途必要	別途必要	
		液状化ポテンシャルサウンディング試験	PDC	推定可 ²⁰⁾	可	
	標準貫入試験		SPT	可	可	3.3.5 項

備考：“別途必要”とは、別途それらが測定できる調査法を併用して行うことを意味する。

- 表 3.3.2 に液状化判定に必要な地盤定数を示す。

表 3.3.2 液状化判定に必要な地盤定数

地盤定数		必要性
土の粒度分布	細粒分含有率	◎
	粘土分含有率	○
土の液性限界・塑性限界	塑性指数	○
地下水位	W_L	◎
土の締め具合	N 値、コーン貫入抵抗値 q_c	◎
土の湿潤単位体積重量	γ	○

備考：◎；必須、○；推奨（より詳細に液状化判定ができる項目）

表 3.3.2 に示した地盤定数は、液状化判定に限らず液状化対策の設計でも重要な指標である。これら地盤定数を求める（推定する）ために表 3.3.1 に示す地盤調査を行うが、これらの調査法は、適用範囲や精度が異なるので理解した上で用いる必要がある。表 3.3.3 に、各種調査法の **N** 値の推定に対する信頼性を、表 3.3.4 に、各種調査法の土質判別の信頼性について示しておくので、これらの特徴を考慮して調査

法を選定されたい。

表 3.3.3 各種調査法の N 値の推定に対する適用範囲

項 目	N 値の推定に対する適用範囲
SWS 試験のみ	N 値 12 程度まで ※液状化判定に用いる場合は N 値 6 程度まで
SWS 試験＋ 有効な近隣ボーリングデータ	N 値 20 かつ近隣ボーリングデータの内容以内
CPT	N 値 20 程度まで ※液状化判定には先端抵抗値 q_t を用いる
SRS 試験	N 値 50 程度まで
MRS 試験	N 値 20 程度まで

表 3.3.4 各種調査法の土質判別の信頼性

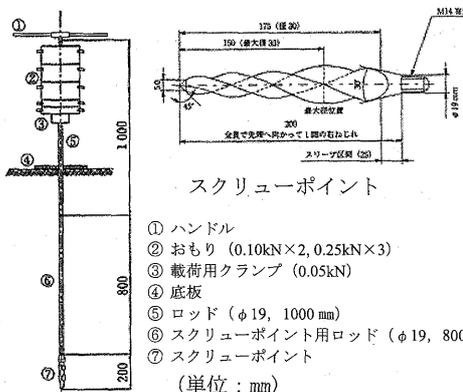
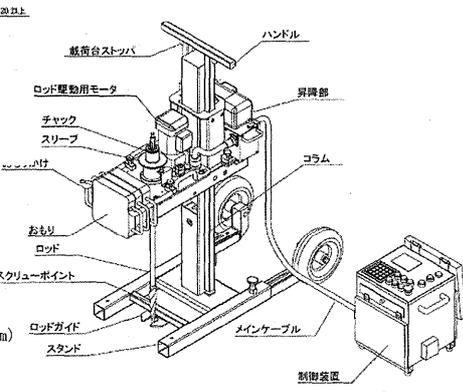
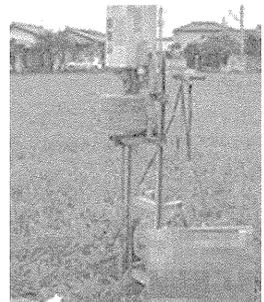
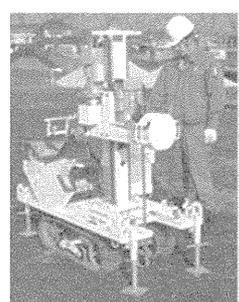
項 目	土質判別の信頼性
SWS 試験孔を利用した 部分サンプリング	○ 層厚の判別が不明瞭。飽和砂質土では細粒分を巻き込む傾向が、飽和粘性土では細粒分が流出する傾向がある。地層境界付近で採取した場合、土質判別および層厚判定に注意が必要である。
SWS 試験＋ 有効な近隣ボーリングデータ	△ 地層境界が不明瞭なため安全側に評価する必要がある。
SWS 試験結果のみ	×
CPT	○ 深度方向に連続的にデータを得られることがら地層境界を明確にできる。
標準貫入試験	◎
チューブサンプラーによる 全層サンプリング	◎
スパイラルサンプラーによる 全層サンプリング	○ 層厚の判別が明瞭。飽和砂質土では細粒分を巻き込む傾向が、飽和粘性土では細粒分が流出する傾向がある。

備考 ◎：信頼性 高、○：信頼性 中、△：信頼性 低、×：信頼性 無し

3.3.1 スウェーデン式サウンディング (SWS) 試験

SWS 試験は、小規模建築物を対象とした場合の主流な地盤調査法として位置付けられ、地盤の支持力を求める上で不可欠な調査法である。表 3.3.5 に試験概要を、図 3.3.1 に測定データシート例を示す。

表 3.3.5 SWS 試験の概要

概要	スクリーポイントを地盤に貫入させ、そのときの貫入に要する荷重 (W_{sw}) と回転数 (N_{sw}) を測定する調査法。
規格・基準	JIS A 1221-2013
分類	静的貫入試験 (国告示 1113 号 第 1 : 地盤調査方法に該当)
適用範囲	玉石、レキを除くあらゆる地盤に対して測定可能。 測定深度は概ね 10m 程度。
試験方法	<p>スクリーポイントをロッド先端に取り付け、載荷段階 0.05kN, 0.15kN, 0.25kN, 0.5kN, 0.750kN, 1.0kN のおもりを載荷し、荷重段階毎のロッドの貫入量を記録する。1000N で貫入が止まった場合は、ロッドを回転させ深さ 0.25m 毎の半回転数を測定する。これを順次繰り返す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>スクリーポイント</p> <p>① ハンドル ② おもり (0.10kN×2, 0.25kN×3) ③ 載荷用クランプ (0.05kN) ④ 底板 ⑤ ロッド (φ19, 1000mm) ⑥ スクリューポイント用ロッド (φ19, 800mm) ⑦ スクリューポイント (単位: mm)</p> <p>(手動式)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(全自動機械式)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(手動式)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(半自動機械式)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(全自動機械式)</p> </div> </div>
測定値	<p>・スクリーポイントの貫入抵抗値</p> <p>W_{sw} : それぞれの載荷において貫入に用いた荷重</p> <p>N_{sw} : 測定した半回転数 (N_a) と貫入量から 1m 当たりの半回転数で表したものを。</p> $N_{sw} = (100/L) \cdot N_a \quad \dots\dots (L \text{ が } 25\text{cm の場合 } N_{sw} = 4 \cdot N_a)$

スウェーデン式サウンディング試験																	
調査名										測点番号		A					
調査場所										年月日							
標高		KBM -0.06 m				最終貫入深さ				11.00 m				試験者			
水位		GL -1.18m(気圧式水位計)								天候		晴		試験方法		機械	
荷重 W_{sw} kN	半回転数 N_a	貫入深さ D m	貫入量 L cm	1m当たり 半回転数 N_{sw}	記事		推定土質		荷重 W_{sw} kN				貫入量1m当り 半回転数 N_{sw}				換算 N 値 \bar{N}
					音・感触	貫入状況	土質名	柱状図	0.25	0.50	0.75	50	100	150	200	250	
0.05	0	0.25	25	0		掘削・アスファルト	空洞										0.2
1.00	9	0.50	25	36	ジャリジャリ	掘削・アスファルト	砂質土										4.4
1.00	5	0.75	25	20			砂質土										3.3
1.00	3	1.00	25	12			砂質土										2.8
1.00	1	1.25	25	4			砂質土										2.3
1.00	4	1.50	25	16			砂質土										3.1
1.00	11	1.75	25	44			砂質土										4.9
1.00	8	2.00	25	32			砂質土										4.1
1.00	8	2.25	25	32			砂質土										4.1
1.00	5	2.50	25	20			砂質土										3.3
0.25	0	2.75	25	0			粘性土										0.8
0.25	0	3.00	25	0			粘性土										0.8
0.50	0	3.25	25	0		無回転急速	粘性土										1.5
0.50	0	3.50	25	0		無回転急速	粘性土										1.5
0.50	0	3.75	25	0			粘性土										1.5
0.50	0	4.00	25	0			粘性土										1.5
0.75	0	4.25	25	0		無回転急速	粘性土										2.3
0.50	0	4.50	25	0			粘性土										1.5

図 3.3.1 SWS 試験の測定データシート of の例

SWS 試験は、貫入ロッド先端に取り付けたスクリーポイントの貫入抵抗値 (W_{sw} , N_{sw}) の深度分布が分かる調査法である。表 3.3.6 に SWS 試験結果から推定できる主な地盤定数を示す。

SWS 試験は、地下水位や土質が分からないので、液状化判定を行う場合は、それらが測定可能な調査を別途実施する必要がある。表 3.3.7 に土質試料のサンプリング手法を、表 3.3.8 に地下水位測定手法の特徴を示す。採取した土質試料を室内に持ち込んで各種土質試験 (3.3.6 項) を行うことで、土の粒度分布や塑性限界が求められる。ただし、サンプラーの種類や地盤条件によっては、採取量が少なくて適切に調査できないこともあるので注意を要する。また、湿潤単位体積重量を求める場合は乱れの少ない試料の採取が必要である。適切に試験できない場合は、土質より一般的な地盤定数値 (例えば、表 3.3.9) を参考に液状化を判定する手法も一案である。

表 3.3.6 SWS 試験から推定できる主な地盤定数

評価項目	推定式・評価手法
N 値	$N=2 W_{sw} + 0.067 N_{sw}$ (砂質土)
	$N=3 W_{sw} + 0.050 N_{sw}$ (粘性土)
q_u : 一軸圧縮強さ (kN/m ²)	$q_u = 45 W_{sw} + 0.75 N_{sw}$
c : 土の粘着力 (kN/m ²)	$c = q_u / 2 = (45 W_{sw} + 0.75 N_{sw}) / 2$
q_a : 地盤の長期許容支持力度 (kN/m ²)	$q_a = 30 + 0.6 \overline{N_{sw}}$ (告示式)
	$q_a = 30 \overline{W_{sw}} + 0.6 \overline{N_{sw}}$ (住品協推奨式)

備考 : W_{sw} の単位 : kN、 $\overline{W_{sw}}$ 、 $\overline{N_{sw}}$: 基礎下 2m の各平均値

表 3.3.7 SWS 試験で行える土質試料サンプラー

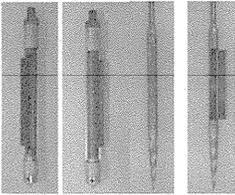
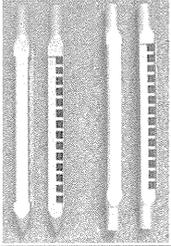
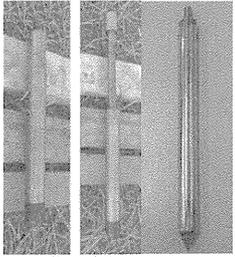
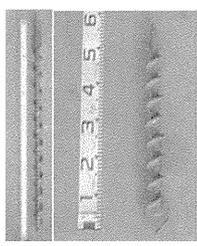
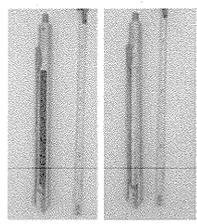
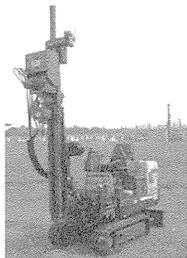
SWS 試験孔を利用する土質試料サンプラー		
名 称	写 真	特 徴
開閉式サンプラー		<p>サンプラーの回転蓋を閉じた状態で任意の深度まで挿入し、ロッドを回転させることで蓋が開き、更に回転させることで周囲の地盤を掻き取り試料を採取する。逆回転により蓋を閉じてから引き抜く。</p> <p>先端にスクリューポイントをつけることで、貫入力を高めているサンプラーもある。</p>
開放型回転掻き取り式サンプラー		<p>採取したい深度部分にサンプラーを複数取付け、無回転にて任意の深度まで挿入する。所定の深度に到達した後、正回転させることで周囲の地盤を掻き取り、サンプラー孔に試料が充填される。深い深度の試料を採取する場合は、サンプラー孔にのりを充填し、挿入時に周辺地盤が混入しないよう配慮している。</p> <p>一度に複数の深度の試料を採取出来る。</p>
打ち込み式サンプラー		<p>所定の深度直前まで SWS 試験を実施しその後引き抜く。試験孔にサンプラーを挿入し所定の深度直前まで打ち込む。回転により外管を残した状態で内管を引き上げ、上部でロックする。再度所定の深度まで打ち込み後、サンプラーを引き上げる。</p> <p>乱されていない地盤で採取するため、採取深度以外の土試料を巻き込みにくい。</p>
SWS 試験と別孔で併用して行える土質試料サンプラー		
ドリル式サンプラー		<p>スパイラルのピッチに合わせてサンプラーを回転貫入させ、所定の深度にサンプラーが貫入したことを確認した後、無回転で引き抜きサンプラーに付着した試料を採取する。</p> <p>全層サンプリングのため、地層境界および層厚を把握しやすい。地下水位以深のゆるい砂地盤では採取量が低下する。</p>
開閉打ち込み式サンプラー		<p>所定の深度直前まで正転により貫入し、逆転により内側ポケットを開き、打撃貫入させ試料採取する。正転して蓋を閉じ引き上げる。</p> <p>乱されていない地盤で採取するため、採取深度以外の土試料を巻き込みにくい。</p>
バイブロサンプラー		<p>試料採取長 1m のサンプラーをバイブロサンプリングにより地盤中に貫入させ、連続的に土試料の採取を行う。手動式または自動式サンプラーがある。</p> <p>全層サンプリングのため、地層境界および層厚を把握しやすい。</p>

表 3.3.8 SWS 試験孔を利用した地下水位測定方法

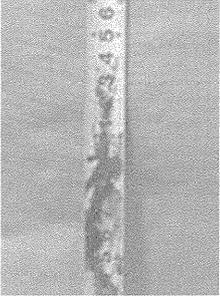
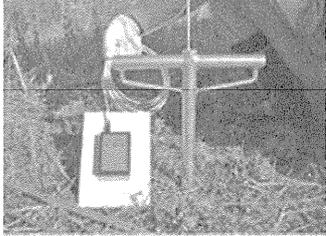
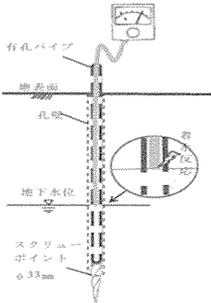
名 称 (写真)	特 徴
<p>コンベックス</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SWS 試験孔にコンベックスを挿入し、コンベックスの濡れ具合で地下水位を測定する。 ・ SWS 試験孔が自立しないと測定できない。 ・ 濡れ具合を目視で確認するため、水位計（気圧式、通電感知式、通電比抵抗式）に比べ、測定精度が低い。
<p>水位測定棒</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SWS 試験孔に水位測定棒（丸鋼棒など）を挿入し、棒の濡れ具合で地下水位を測定する。 ・ 強度のある鋼棒を使用するため、ある程度孔壁が閉塞していても貫入が可能である。 ・ 濡れ具合を目視で確認するため、水位計（気圧式、通電感知式、通電比抵抗式）に比べ、測定精度が低い。
<p>気圧式水位計</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SWS 試験孔に気圧式水位計を挿入し、地下水位を測定する。 ・ チューブ内の微気圧の変化を感知するため、水位の誤認は少ない。 ・ 強度のあるスチールロッドを使用するため、ある程度閉塞していても計測が可能である。 ・ 適用深度は 5 m 程度。
<p>通電感知式水位計</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SWS 試験孔に水位計を挿入し、地下水位を測定する。 ・ 試験孔が閉塞している場合は測定不可能になるため、SWS 試験孔に中空有孔塩ビ管または中空有孔鋼管を挿入し、管内の地下水位を測定する方法もある。 ・ 有孔管を挿入して測定する場合は、地下水位が安定してから測定するため、測定誤差が少ない
<p>通電比抵抗式水位計</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SWS 試験孔に $\phi 19 \text{ mm}$ の中空有孔鋼管を挿入し、管内の地下水位を比抵抗水位計により測定する。 ・ SWS 試験と同じ径の有孔管を用いるため、SWS 試験機による貫入が可能である。 ・ 有孔管を挿入し、地下水位が安定してから測定するため、測定誤差が少ない。 ・ 地下水の比抵抗値を測定するため、塩分濃度および大まかな水質の判別が可能である。 ・ 適用深度は 10 m 程度。

表 3.3.9 土の湿潤単位体積重量と細粒分含有率の参考値 17)

土質	湿潤単位体積重量 (kN/m ³)	細粒分含有率 (%)
表土	16	80
粘性土	16	70
砂質土	18	20
礫質土	19	0

地盤定数を推定する時の注意事項を以下に示す。

【N 値】

SWS 試験結果から推定する N 値は、表 3.3.6 に示した式で求められるが、地盤が硬質になると空転したりして適切に評価できないことがある。これに対して地盤の長期許容支持力度を求める場合、告示式などでは $N_{sw} = 150$ を上限値として利用する。しかし液状化判定でこの上限値を設定すると、大半の砂層が液状化層となり過剰設計に繋がりがやすい。これに対し文献 17 では、液状化判定に用いる N 値は図 3.3.3 に示す実験結果から、式 3.3.1 が提案されている。このとき、 N_{sw} の上限値として 500 が採用されている。ただし、①回転貫入時に空転が無いこと、②推定 N 値の利用は液状化判定にのみ限定しているので注意が必要である。

$$N = \begin{cases} 2W_{sw} + 0.0536N_{sw} & \text{for } (N_{sw} \leq 150) \\ 10.04 + 0.0324(N_{sw} - 150) & \text{for } (150 < N_{sw} \leq 300) \\ 14.89 + 0.0237(N_{sw} - 300) & \text{for } (300 < N_{sw} \leq 500) \end{cases} \dots\dots\dots (3.3.1)$$

【細粒分含有率】

一般に、SWS 試験孔を利用した土質試料採取では、所定の深さの試料を上下層の試料混入を防いで採取することは比較的難しい。図 3.3.2 は、標準貫入試験試料と SWS 試験サンプラーによる細粒分含有率 F_c の比較データである。この関係より文献 17 では、SWS 試験サンプラーで採取した場合、下式による補正 F_c にて液状化判定を行うことを推奨している。

$$\text{補正}F_c = \begin{cases} 0.25 \cdot F_c & \text{for } (0\% < F_c \leq 40\%) \\ 1.5 \cdot F_c - 50 & \text{for } (40\% < F_c) \end{cases} \dots\dots\dots (3.3.2)$$

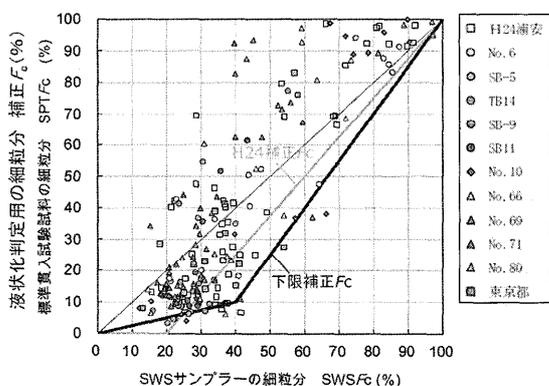


図 3.3.2 砂地盤における標準貫入試験サンプラーと SWS サンプラーによる F_c の関係 17)

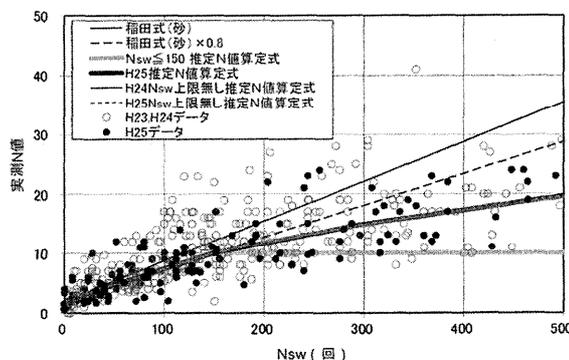


図 3.3.3 砂地盤における実測 N 値と N_{sw} の関係 17)

3.3.2 三成分コーン貫入試験 (CPT)

三成分コーン貫入試験 (以下、CPT) とは、先端抵抗、周面摩擦および間隙水圧を電氣的に測定可能とするコーンを地盤に一定速度で静的に貫入させる試験法である。表 3.3.10 に試験概要を、図 3.3.4 に CPT の測定データシート例を、表 3.3.11 に CPT 結果から推定できる主な地盤定数を示す。CPT による液状化判定手法は、 F_L 法として建築指針 12) に示されているので、これを用いて判定するとよい (3.2.21 項参照)。

CPT で得られる 3 つの測定値は、土質によって異なる傾向を示すことから、液状化判定だけでなく土質、圧密、強度特性など多様な評価が可能である。また、貫入を一旦止めて過剰間隙水圧の消散試験を行えば静水圧が分かり、地下水位の把握にも利用できる。

表 3.3.10 CPT の概要

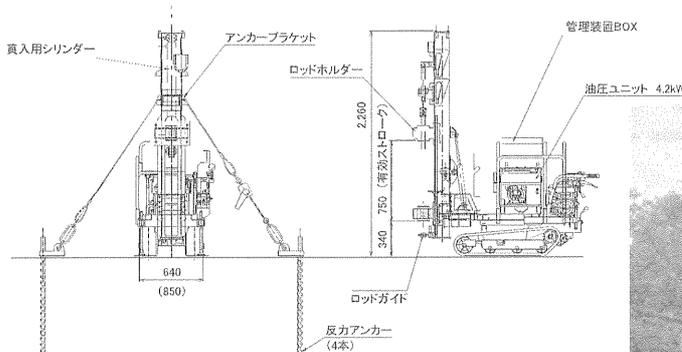
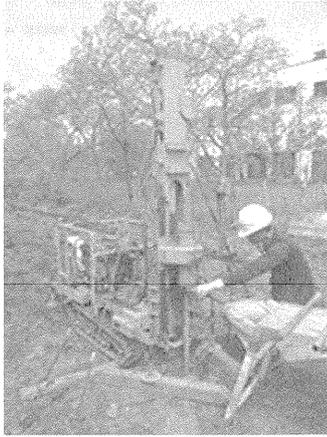
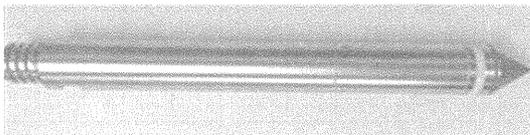
概 要	小型センサーを内蔵した高性能コーン貫入試験器を用い、コーンの先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧の三成分を深度方向に連続して測定する試験。
規格・基準	JGS 1435-2012 電気式コーン貫入試験方法
分 類	静的貫入試験 (国告示 1113 号 第 1 : 地盤調査方法に該当)
適用範囲	玉石や砂礫地盤以外の砂質土、粘性土、有機質土、火山灰土などの土質に適用可能。 宅地用に用いられる小型の試験装置では、 N 値 20 以下の粘性土、砂質土、深度 20 m 以下が試験可能である。
試験方法	<p>貫入試験装置の自重を反力に油圧シリンダの油圧を調整して貫入速度：$20 \pm 5 \text{mm/s}$ でコーン貫入試験器を地中に貫入させる。(地盤条件と試験装置の自重によって、アンカーを設置する) 三成分のデータ記録は、リニアエンコーダ (深度計) の信号を受信して深度 1cm 毎に三成分測定装置で記録する。なお、過剰間隙水圧消散試験を行う場合には、その深度でコーン貫入を止め 1 分毎に間隙水圧のデータを記録する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>貫入装置の例</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>試験状況</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>三成分コーン</p> </div>
測定値	①先端抵抗 q_c , ②周面摩擦抵抗 f_s , ③間隙水圧 u 水圧補正した先端抵抗 q_c を q とする。

表 3.3.11 CPT 結果から推定できる主な地盤定数

評価項目	推定式・評価手法														
土質判別	$I_c = \{(3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_r + 1.22)^2\}^{0.5}$ <p>ここに、I_c : 土質分類指数 Q_t : 基準化先端抵抗 $\{=(q_t - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo}'\}$ F_r : 基準化フリクション比 $\{=f_s / (q_t - \sigma_{vo}) \times 100 (\%) \}$ σ_{vo} : 当該深さの鉛直全応力 σ_{vo}' : 当該深さの鉛直有効応力</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>I_cによる土質分類の方法</caption> <thead> <tr> <th>I_c</th> <th>土質分類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.31 以下</td> <td>礫質土</td> </tr> <tr> <td>1.31~2.05</td> <td>砂~シルト質砂</td> </tr> <tr> <td>2.05~2.60</td> <td>シルト質砂~砂質シルト</td> </tr> <tr> <td>2.60~2.95</td> <td>砂質シルト~シルト質粘土</td> </tr> <tr> <td>2.95~3.60</td> <td>シルト質粘土~粘土</td> </tr> <tr> <td>3.60 以上</td> <td>有機質土</td> </tr> </tbody> </table>	I_c	土質分類	1.31 以下	礫質土	1.31~2.05	砂~シルト質砂	2.05~2.60	シルト質砂~砂質シルト	2.60~2.95	砂質シルト~シルト質粘土	2.95~3.60	シルト質粘土~粘土	3.60 以上	有機質土
I_c	土質分類														
1.31 以下	礫質土														
1.31~2.05	砂~シルト質砂														
2.05~2.60	シルト質砂~砂質シルト														
2.60~2.95	砂質シルト~シルト質粘土														
2.95~3.60	シルト質粘土~粘土														
3.60 以上	有機質土														
細粒分含有率 : F_c	$F_c = I_c^{4.2} \quad (\%)$														
地下水位	①過剰間隙水圧消散試験により静水圧から求める。 ②CPT 孔を利用して示した測定により求める。														
N値	$N = \begin{cases} 0.341 I_c 1.94 (0.001 q_t - 0.2)^{(1.34 - 0.0927 I_c)} & \text{for } q_t > 200 \text{ kN/m}^2 \\ 0 & \text{for } q_t \leq 200 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$														
一軸圧縮強度 : q_u	$q_u = 2(q_t - \sigma_{vo}) / N_{kt}$ <p>N_{kt} : コーン指数 (8~16 の範囲)</p>														
圧密降伏応力 : P_c	$P_c = (q_t - \sigma_{vo}) / 3.44$														

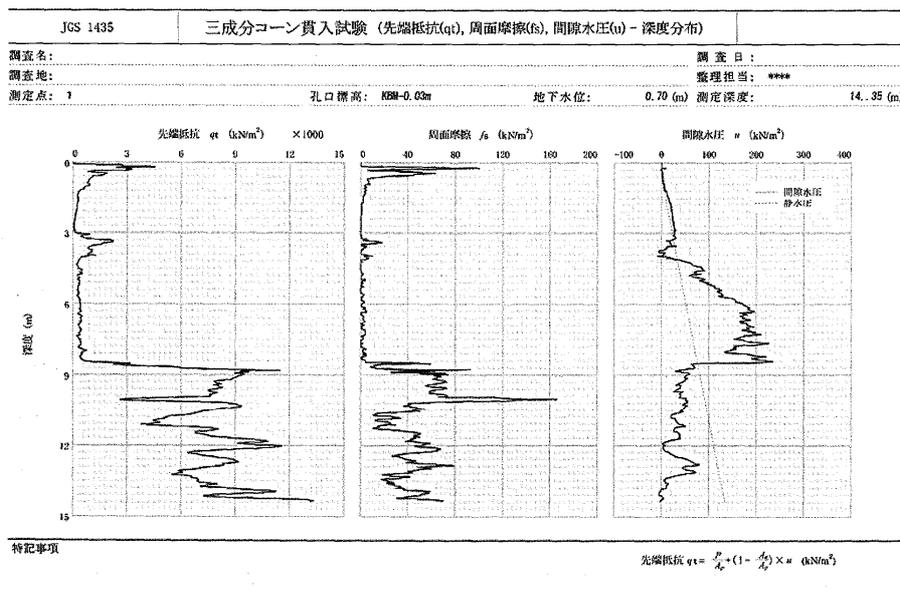


図 3.3.4 CPT の測定データシート例

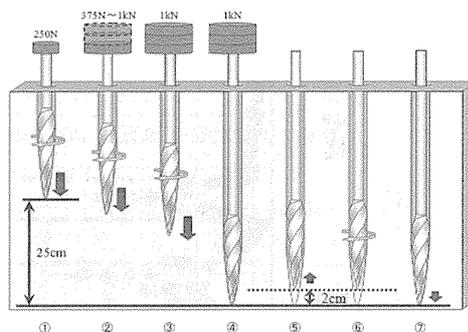
3.3.3 スクリュードライバーサウンディング (SDS) 試験

スクリュードライバーサウンディング試験 (以下、**SDS** 試験) は、荷重と回転トルク値から土質を判別する試験で、通常は **SWS** 試験と併用して行う調査法である。表 3.3.12 に試験概要を、表 3.3.13 に **SDS** 試験から推定できる主な地盤定数を、図 3.3.5 に **SDS** 試験データシートを示す。

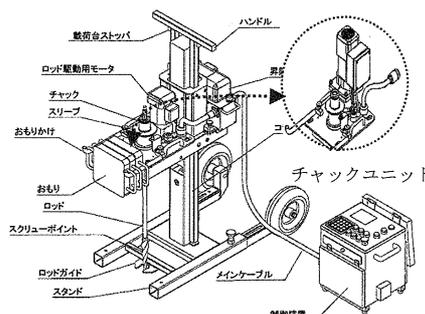
現状、**SDS** 試験結果から判別できる土質は、砂質土、粘性土といった大区分であり、詳細に液状化判定を実施する場合には、地下水位以下の砂質土と判別された深さで土質試料を採取する必要がある。

表 3.3.12 SDS 試験の概要

概要	先端にスクリューポイントを取り着けたロッドを、深さ 25cm 毎に 7 段階の荷重 (最大荷重 1000N) による連続的な回転貫入を行い、ロッドの回転速度、回転トルク、貫入速度を測定する試験。測定データは、主に土質判別と強度が推定できる。
分類	静的貫入試験
適用範囲	土 質：玉石、礫を除くあらゆる地盤に対して測定可能。 測定深度：概ね 10m 程度。
試験方法	<p>【手順】</p> <p>①最大 7 段階(250、375、500、625、750、875、1000N)の荷重による連続的な回転貫入を行い、各荷重段階におけるトルク、ロッド 1 回転当たりの貫入量を測定する。</p> <p>②25cm 貫入毎にロッドを 2cm 引き上げ、回転トルクを計測する (ロッドの周面摩擦補正に使用)。</p> <p>③深さ 25cm 毎に上記①-②作業を繰り返す。</p> <p>【測定装置】</p> <p>装置は、SWS 試験機 (全自動機械式) が兼用でき、両試験の切り替えは、チャックユニットを取り替えるだけで行える。</p>
測定値	回転トルク、貫入量、貫入速度、自沈荷重



測定手順



試験装置

表 3.3.13 SDS 試験から推定できる主な地盤定数

評価項目	推定式・評価手法
土質判別	<p>図①に SDS 試験結果の一例を示す。図中に示す修正トルクは、試験で得られたトルク値からロッドの周面摩擦を差引いたものである。修正トルクと深度の関係は、土層の区分を行う際に用いられる。試験区間である 25cm 毎にトルクのレスポンスについて着目すると、砂質系の土質ではトルク値は右肩下がりに粘性土系の土質ではトルク値は、ほぼ一定の値を示す傾向となる。</p> <p>図②に 25cm 毎の修正荷重と修正トルクの関係図を示す。本図に関しては、理想状態での 25cm 毎の修正トルクと修正荷重の関係を示したものである。内部摩擦角を有する砂質系の土質は、荷重の増加とともに修正トルク値も増加するのに対して、粘性土系の土質は、内部摩擦角が非常に小さいため、荷重が増加しても修正トルク値は増加せず一定値もしくは小さくなる。これらの傾向を統計処理することで、数値的に土質判別が行える。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="367 627 909 1276"> </div> <div data-bbox="941 806 1372 1232"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="430 1288 782 1332"> <p>図① 修正トルク－深度の関係</p> </div> <div data-bbox="941 1288 1452 1332"> <p>図② 25cm 毎の修正トルク－修正荷重の関係</p> </div> </div>

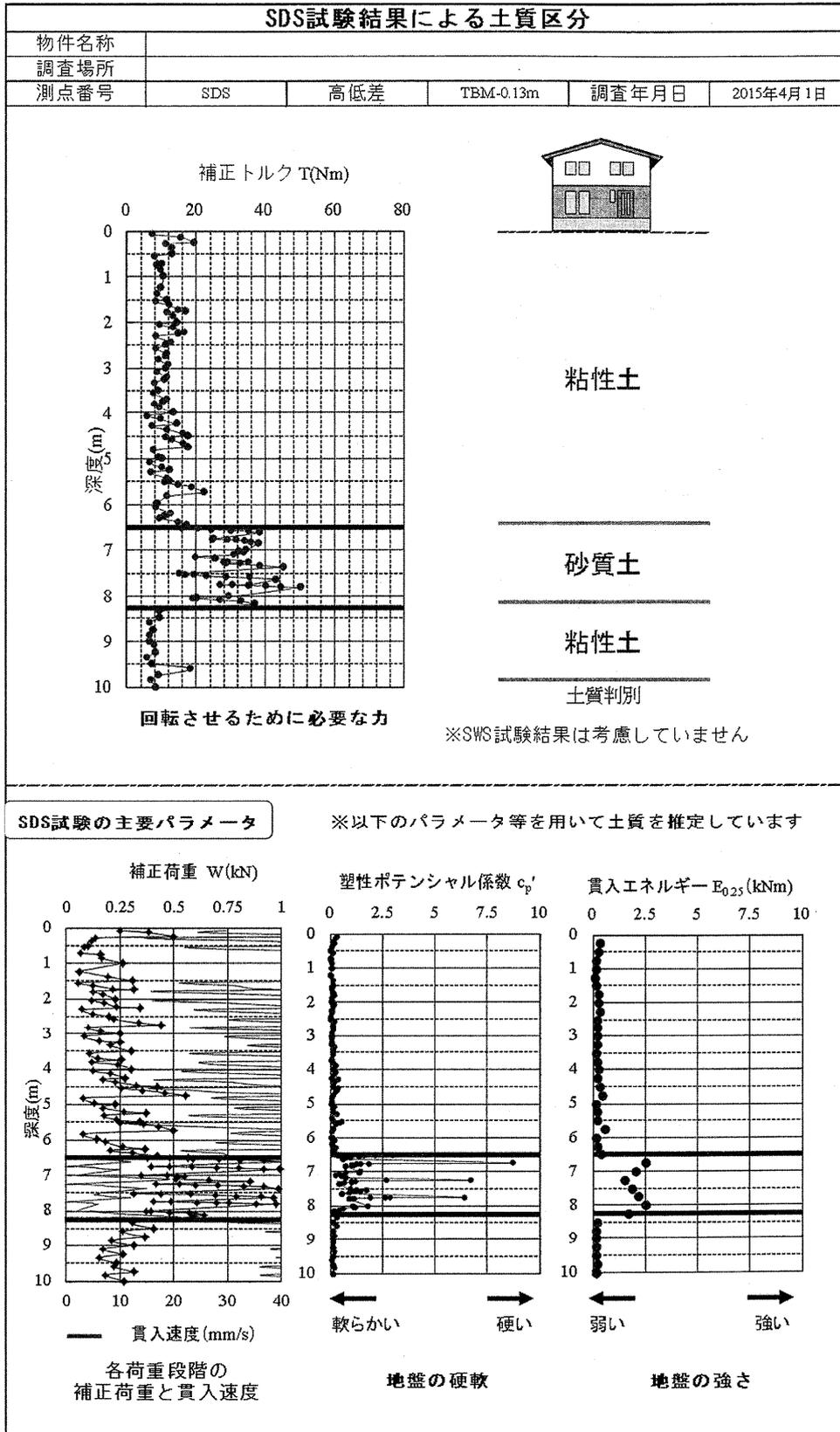


図 3.3.5 SDS 試験データシート

3.3.4 動的コーン貫入試験

動的コーン貫入試験は、貫入先端にコーンを取り付けたロッドをハンマーの打撃によって地盤に打ち込み、貫入量と打撃回数から地盤の硬軟・締まり具合を調べる試験である。

表 3.3.14 に我が国で用いられる主な動的コーン貫入試験を示す。表に示されるように動的コーン貫入試験は、様々な地盤条件や用途に応じて、コーンの形状や貫入エネルギーを変えた試験方法が存在する。現在、基準化されているのは「簡易動的コーン貫入試験方法(JGS1433)」と「動的コーン貫入試験方法(JGS1437)」だけである。また、最近では、間隙水圧センサーを内蔵したコーンを用いて、地下水位測定と土質判別に利用する手法（液状化ポテンシャルサウンディング(PDC)試験）も開発され、宅地地盤への適用が図られようとしている。

本項では、住宅の液状化判定に有効な調査方法として、表 3.3.14 の内、①大型動的コーン貫入試験、②中型動的コーン貫入試験と③液状化ポテンシャルサウンディング試験の概要について説明する。

表 3.3.14 主な動的コーン貫入試験 21)一部加筆修正

試験名	コーンの形状				ロッドの形状			エネルギー			測定値		適用深さの目安 (m)
	先端角 (°)	外径 (mm)	マントル長さ (mm)	底面積 ×10 ² (mm ²)	外径 (mm)	内径 (mm)	断面積 (mm ²)	ハンマーの質量 (kg)	落下高さ (mm)	単位面積当たりの打撃エネルギー (kJ/m ²)	貫入長さ (mm)	打撃数の記号	
鉄研式大型動的コーン貫入試験	60	50.8	—	20.3	40.5	30.5	5.6	63.5	750	230	300	N _d	15
鉄研式中型動的コーン貫入試験	60	50.4	—	19.9	33.5	23	4.7	30	350 (700)*1	86 (103)	100	N _{d35/10}	10
大型動的コーン貫入試験	90	45	90	15.9	32	—	8	63.5	500	196	200	N _d	30
中型動的コーン貫入試験	90	36.6	69	10.5	28	—	6.2	30	350	98	200	N _d	20
液状化ポテンシャルサウンディング(PDC)試験	貫入装置には、大型または中型動的コーン貫入試験装置を使用												
ポータブル動的コーン貫入試験	90	16 22.5 35.7	16 22.5 35.7	2 4 10	14	—	1.5	1.726	任意*2	任意	5~10	q _d	5
動的回転式サウンディング試験	—	33	—	8.6	19	—	2.8	10	500	57	250	N _d	20
簡易動的コーン貫入試験	60	25	—	4.9	16	—	2	5	500	50	100	N _d	3

*1：貫入抵抗が大きい場合の落下高さ

*2：1打撃ごとの貫入長さを5~10mm程度となるように打撃することが推奨されている

●大型動的コーン貫入 (SRS) 試験

表 3.3.15 に大型動的コーン貫入試験 (以下、SRS 試験) の概要を、表 3.3.16 に SRS 試験から推定できる主な地盤定数を、図 3.3.6 に SRS の測定データシート例を示す。

表 3.3.15 SRS 試験の概要

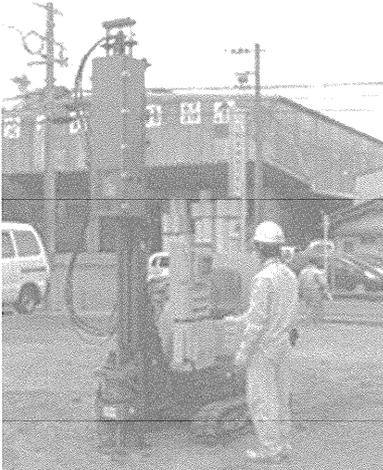
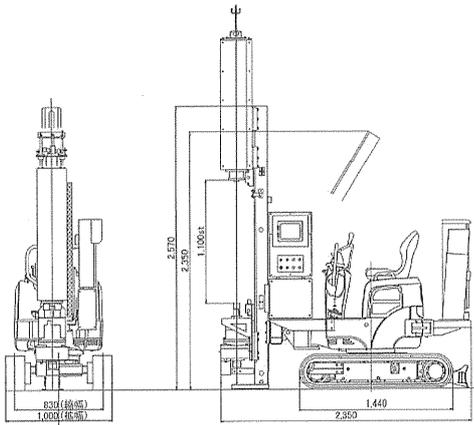
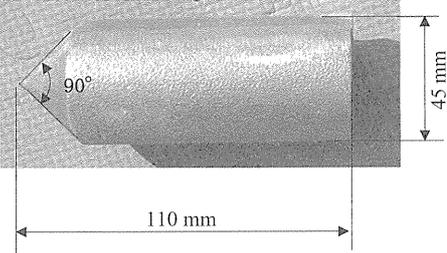
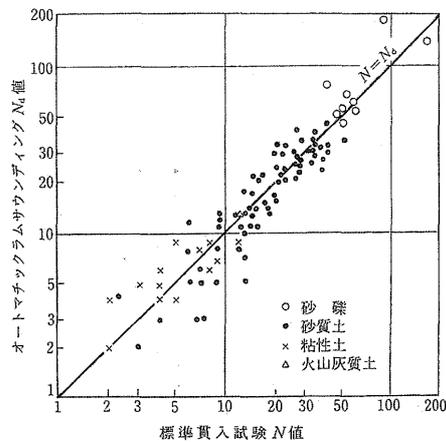
概 要	先端に円錐状のコーンを取り付けたロッドを質量 63.5kg のおもりを 500mm の高さから自由落下させて地盤に貫入させ、その打撃回数を測定する調査方法。打撃回数は、回転トルクの値を用いてロッドに生ずる周面摩擦の影響を補正して用いる。
規格・基準	JGS 1437-2014 動的コーン貫入試験方法
分 類	動的貫入試験
適用範囲	調査深度は概ね 30m 程度
試験方法	<p>①先端にコーンを取り付けたロッドをハンマーで打撃する。 ②200mm 貫入した時の打撃回数 N_{dm} を測定する。 ③深度 0.2~1m 毎にトルク測定装置 (トルクレンチ等) でロッドを 2 回転させて回転トルク M_v を測定する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>試験状況 (全自動式)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>試験機の概略図 (全自動式)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>先端コーン</p> </div>
測定値	N_{dm} : 200mm 貫入するのに要する打撃回数 M_v : 回転トルク (N・m)

表 3.3.16 SRS 試験結果から推定できる主な地盤定数

評価項目	推定式・評価手法
N 値	<p>・周面摩擦の影響を補正した打撃回数 N_a 値は下式により求める。</p> $N_a = N_{dm} - 0.040M_v$ <p>記号</p> <p>N_{dm} : 測定した打撃回数</p> <p>M_v : 回転トルク (N・m)</p> <p>M_v は、貫入量 200mm 毎にトルクレンチでロッドを回転させて測定する。ただし、打撃回数 5 回以下の場合はロッド接続時(1m 毎)に行われる。</p> <p>・右図に示されるように N_a 値と N 値の間には高い相関性があり、N_a 値を N 値として用いることができる。</p>



N_a 値と N 値の関係²¹⁾

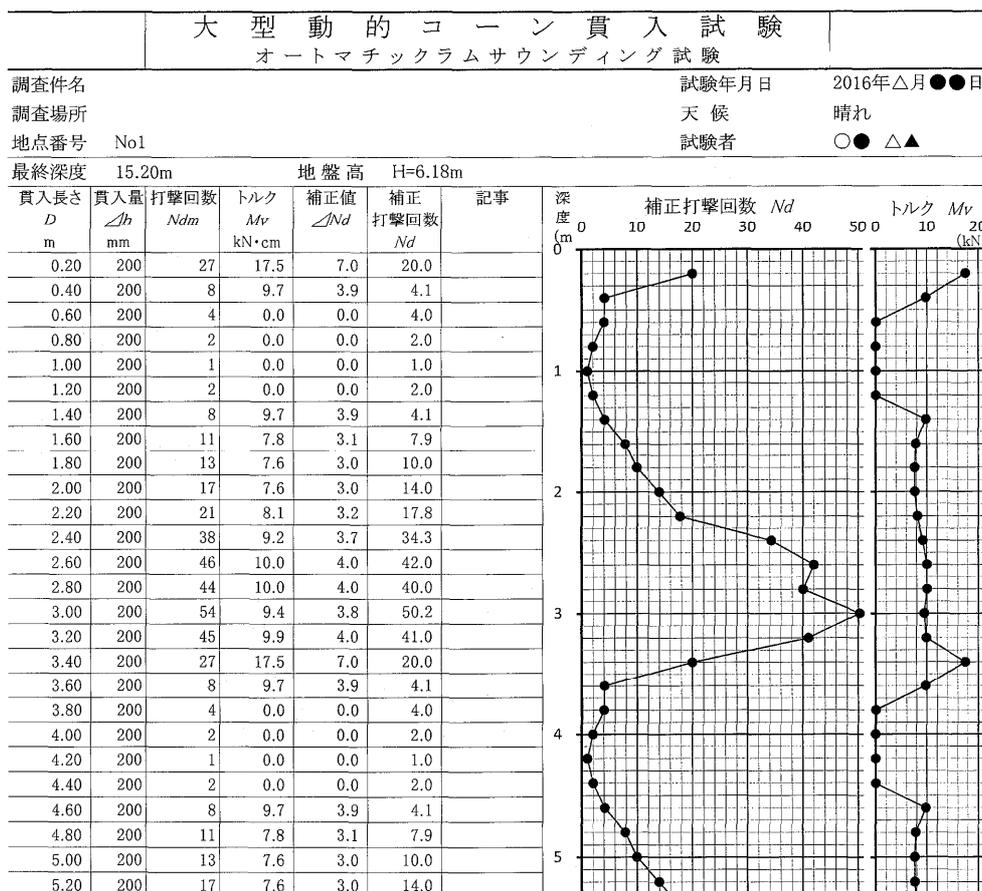


図 3.3.6 SRS 試験の測定データシートの例

●中型動的コーン貫入（MRS）試験

表 3.3.17 に中型動的コーン貫入試験（以下、MRS 試験）の概要を表 3.3.18 に MRS 試験結果から推定できる主な地盤定数を示す。

表 3.3.17 MRS 試験の概要

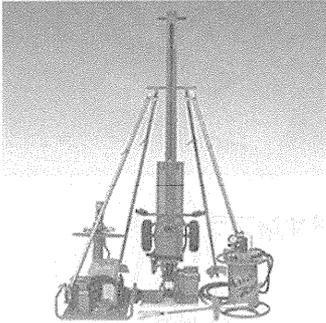
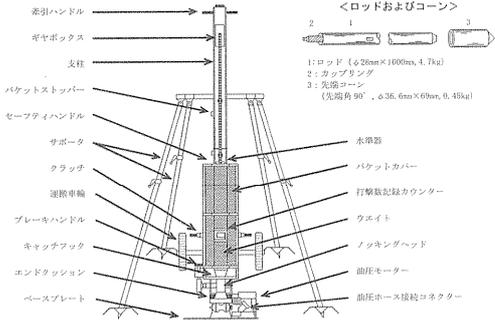
概 要	先端に円錐状のコーンを取り付けたロッドを質量 30kg のおもりを 350mm の高さから自由落下させて地盤に貫入させ、その打撃回数を測定する調査方法。打撃回数は、回転トルクの値を用いてロッドに生ずる周面摩擦の影響を補正して用いる。
規格・基準	JGS 1437-2014 動的コーン貫入試験方法
分 類	動的貫入試験
適用範囲	調査深度は概ね 20m 程度
試験方法	<p>①先端にコーンを取り付けたロッドをハンマーで打撃する。 ②200mm 貫入した時の打撃回数 N_{dm} を測定する。 ③深度 0.2～1m 毎にトルク測定装置(トルクレンチ等)でロッドを 2 回転させて回転トルク M_v を測定する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">MRS 試験装置</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><ロッドおよびコーン></p>  <p>1: ロッド (φ28mm×1600mm, 4.7kg) 2: コプリング 3: 先端コーン (先端角 90°, φ36.6mm×60mm, 0.45kg)</p> </div> </div>
測定値	N_{dm} : 200mm 貫入するのに要する打撃回数 M_v : 回転トルク (N・m)

表 3.3.18 MRS 試験から推定できる主な地盤定数

評価項目	推定式・評価手法
N 値	<p>・打撃回数 N_{dm} 値を下式により求める。粘性土は周面摩擦の影響を回転トルクにより補正して求める。</p> $N_d = \begin{cases} \frac{1}{2} N_{dm} & \cdots \text{砂質土} \\ \frac{1}{2} N_{dm} - 0.16 M_r & \cdots \text{粘性土} \end{cases}$ <p>記号 N_{dm} : 200mm 貫入に要する打撃回数、M_r : 回転トルク (N・m) ・ N_d 値 $\equiv N$ 値として用いることができる。</p>

【SRS 試験、MRS 試験での土質試料採取と孔内水位測定について】

写真 3.3.1 に SRS 試験孔から土を採取するサンプラーを示す。採取方法は、図 3.3.7 に示すようにサンプラーをロッド先端にセットし、所定の深度まで打撃を行う。この時、先端コーンの上部にシャフトの下端が当たり、インナーケースは閉じた状態である。所定の深度に到達した時点で、ロッドを左回転しクラッチを解除した後に **21cm** 引き上げることで、先端コーンとシャフトとの間に試料を取り込む空間ができる。ロッドを右回転し、土試料を採取する。ロッドを左回転することでインナーケースを閉じ、ロッド及び先端コーン（サンプラー）を引き上げる。

地下水位測定は、試験孔を用いて表 3.3.8 に示した方法で測定できる。

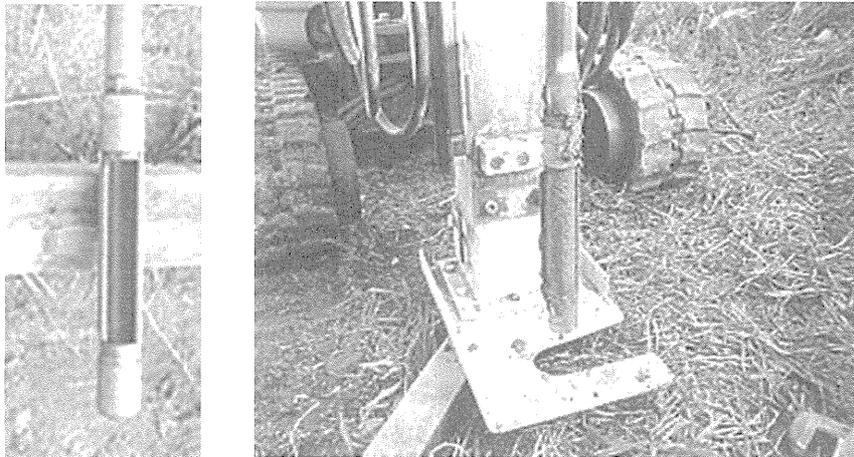


写真 3.3.1 SRS 用サンプラーの例

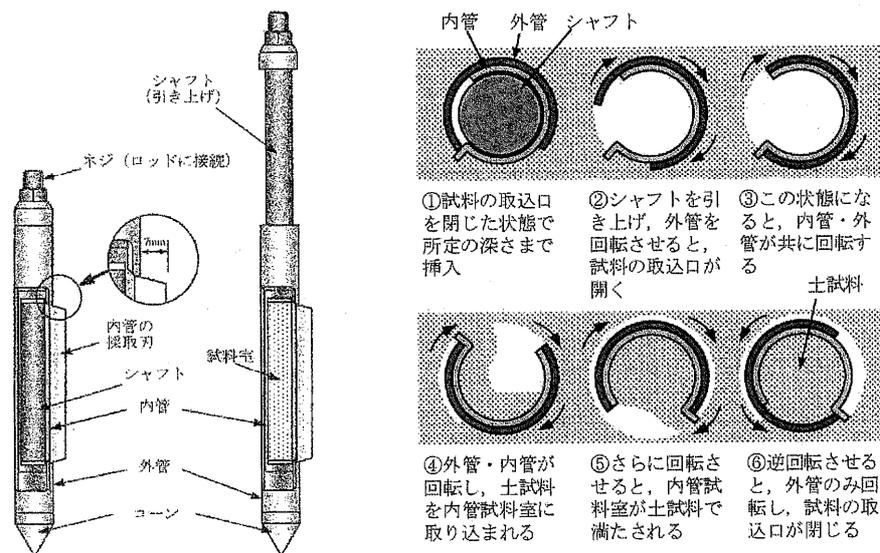


図 3.3.7 サンプリング要領 22)

●液状化ポテンシャルサウンディング（PDC）試験

表 3.3.19 に液状化ポテンシャルサウンディング試（以下、PDC 試験）の概要を、表 3.3.20 に PDC 試から推定できる主な地盤定数を、図 3.3.8 に PDC の測定データシート例を示す。

表 3.3.19 PDC 試験の概要

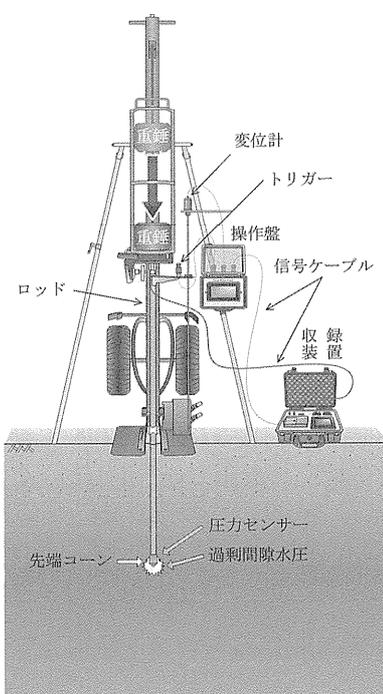
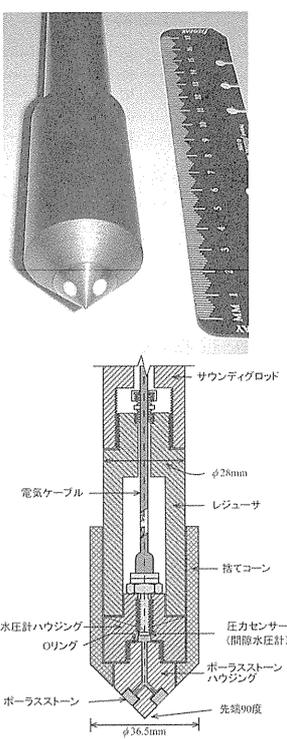
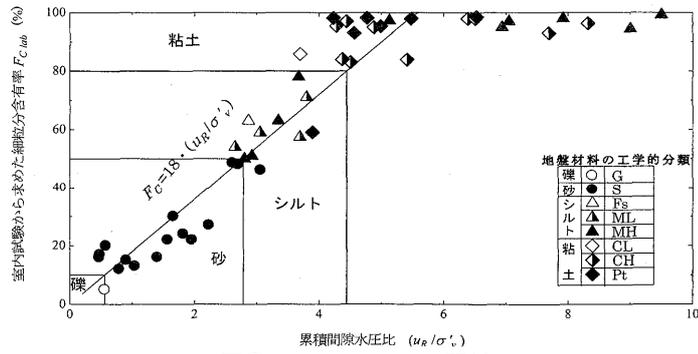
概要	PDC 試験は、先端コーン位置に耐衝撃性の高い 4 ゲージタイプの圧力計を、地上部では非接触式の変位計を設置し、1 打撃毎の貫入量とともに地盤中に発生する間隙水圧の測定を行う動的コーン貫入試験装置である。計測地点の地下水位と計測深度毎の土質区分を推定して簡易に地盤の液状化強度を評価する原位置試験である。
規格・基準	—
分類	動的貫入試験
適用範囲	砂質土で N 値 25 程度以下。 調査深度は 10～15m 程度。
試験方法	<p>PDC 試験は、動的コーン貫入試験機を用いて行われる。MSR 試験機を用いて行われる試験では、30kg の重錘を 350mm の高さから自由落下させ、200mm 貫入するのに要する打撃回数 N_{dm} を測定する。また、打撃貫入時に地盤内で発生する間隙水圧応答と貫入量を 1 打撃毎に測定し、データ収録装置に自動収録される。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">試験装置概略図</p> <p style="text-align: center;">先端コーン</p>
測定値	<p>D : 1 打撃毎の貫入量</p> <p>M : 回転トルク (N・m)</p> <p>U_R : 間隙水圧</p>

表 3.3.20 PDC 試験結果から推定できる主な地盤定数

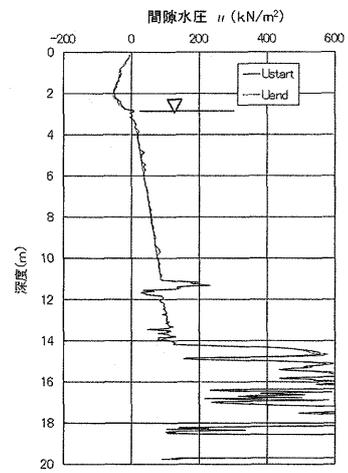
評価項目	推定式・評価手法
<p>N値</p>	<p>・1打撃毎の貫入量 d (mm)より、式①を用いて1打撃毎の N_{dm} (200mm 貫入に要する打撃回数)を求める。</p> $N_{dm} = \frac{200}{d} \dots\dots\dots ①$ <p>得られた N_{dm} および周面摩擦力の影響を補正するため回転トルク M_r (N・m)を用いて、式②により N_d 値が求められる。</p> $N_d = \frac{1}{2} N_{dm} - 0.16 M_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{200}{d} - 0.16 M_r = \frac{100}{d} - 0.16 M_r \dots\dots\dots ②$ <p>※ただし、$N_d \leq 0$ の場合、$N_d = 0$ とする。</p> <p>・N_d 値 \doteq N 値として用いることができる。</p>
<p>細粒分含有率 F_c</p>	<p>・打撃貫入時に発生する過剰間隙水圧の消散は、土の透水係数 κ に依存する。図①に砂質土と粘性土で測定した過剰間隙水圧 Δu の時刻歴波形の一例を示す。図を見て分かるように、細粒分の多い地盤（粘性土）は、細粒分の少ない地盤（砂質土）に比べて累積する間隙水圧 u_R が残留しやすくなる。図②に累積する間隙水圧 u_R の概念図を示す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="427 851 821 1041"> <p>(a) 砂質土の場合</p> </div> <div data-bbox="837 851 1220 1041"> <p>(b) 粘性土の場合</p> </div> </div> <p>図① 過剰間隙水圧 Δu の時刻歴波形記録の一例</p> <div data-bbox="630 1176 1069 1400"> <p>図② 累積する残留間隙水圧 u_R の概念図</p> </div> <p>・PDC 試験で得られた累積する間隙水圧 u_R を有効上載圧 σ_v' で除した累積間隙水圧比 u_R / σ_v' と室内土質試験（粒度試験）による細粒分含有率 F_c の関係を図③に示す。図より両者の相関性は高く式③の近似式が得られる。ここで累積間隙水圧比の算定には、打撃後 190~200msec の累積する間隙水圧の平均値を用いる。得られた累積間隙水圧比 u_R / σ_v' を式③に代入することで、細粒分含有率 F_c を推定する。</p> $F_c = 18 \cdot u_R / \sigma_v' \dots\dots\dots ③$



図③ $u_R/\sigma'_v - F_c$ の関係

地下水位

- PDC 試験では、地下水位を累積する間隙水圧 u_R の深度分布から推定する。図④に示すように累積する間隙水圧 u_R は、地下水位以浅では負の値を示し、地下水位以深では正の値を示す。これより、累積される残留間隙水圧 u_R が負から正に転ずる深度を地下水位とする。
- また PDC 試験の貫入孔を利用した水位計による（孔内）水位の確認も行うことができる。



図④ 累積間隙水圧の深度分布

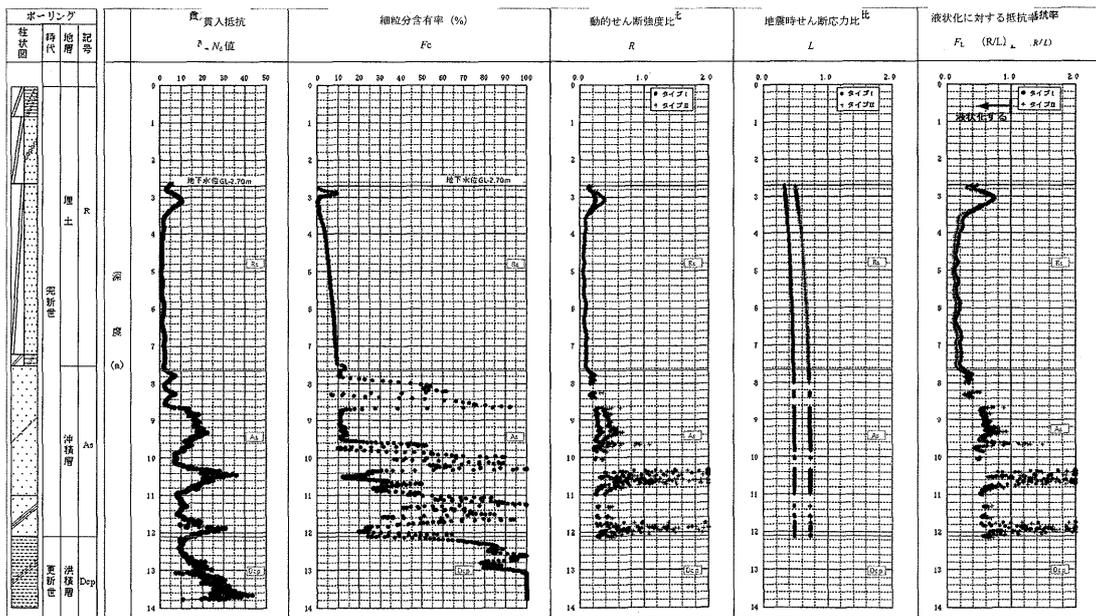


図 3.3.8 PDC 試験の測定データシート例

3.3.5 標準貫入試験 (SPT)

標準貫入試験 (以下、SPT) は、ボーリングと併用して実施する調査法で、*N* 値が直接求められる唯一の調査法である。表 3.3.21 に SPT の試験概要を示す。また、ボーリング調査の併用から孔内水位の測定、および SPT サンプラーで採取した土質試料の目視確認や室内土質試験ができる。また、ボーリング孔を利用して乱れの少ない試料の採取も可能である。調査結果は、ボーリング柱状図中にまとめられるのが一般的である (図 3.3.9)。SPT は、小規模建築物の地盤調査に用いられることは少ないが、精度の高い液状化判定ができる。

液状化判定を目的とする場合、SPT から求められる *N* 値、SPT サンプラーで採取した試料により粒度やコンシステンシー特性を求める土質試験およびボーリングによる孔内水位の測定結果を用いるとよい。孔内水位を測定するには、無水で削孔して確認するのが好ましく、孔壁保護などで泥水を利用して確認した水位とは異なるので注意を要する。なお土の湿潤密度を求めるためには、乱れの少ない試料の採取が必要なため、採取しない場合は土質分類から一般値 (表 3.3.9) を利用して評価する手法もある。

ボーリング柱状図

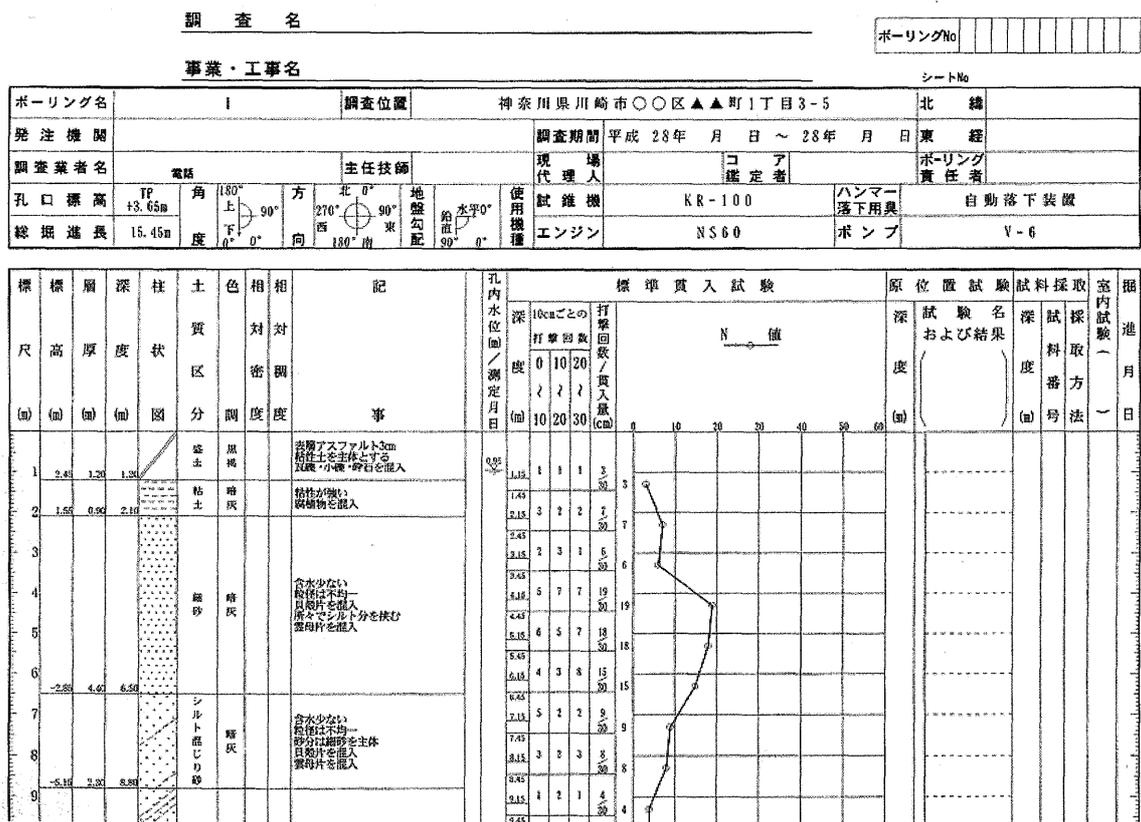
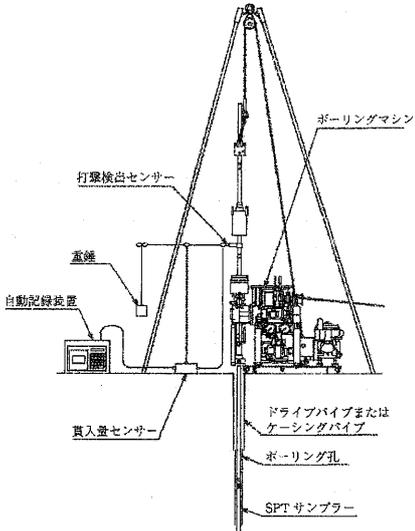
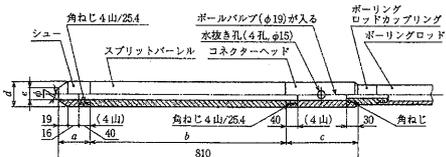
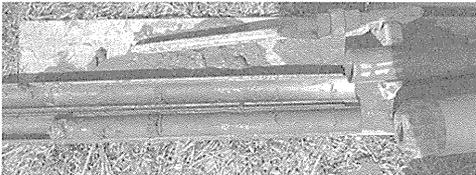


図 3.3.9 SPT の測定データシートの例

表 3.3.21 SPT の概要

<p>概 要</p>	<p>N値を求める試験方法。ボーリング孔を利用し、ハンマーにより SPT サンプラーを 300mm 地盤中に打込むのに必要な打撃回数 (N値) を求める。</p>
<p>規格・基準</p>	<p>JIS A 1219-2013</p>
<p>分 類</p>	<p>標準貫入試験 (国告示 1113 号 第 1 : 地盤調査方法に該当)</p>
<p>適用範囲</p>	<p>主として、粗粒土の強度と変形定数を求めるために用いられるが、礫質土や軟岩などその他の地盤に用いることもできる。</p>
<p>試験方法</p>	<p>ボーリング孔を利用して行う動的貫入試験である。試験は、質量 63.5kg のハンマーを 760mm の高さからアンビルに落下させ SPT サンプラーを地盤に打ち込む試験で、300mm 打込むのに必要な打撃回数 (N 値) を求める。SPT サンプラーには、試験深度の土質試料が採取できる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>SPT装置の概要</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>SPT調査状況</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>SPTサンプラーの形状</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>試料採取状況</p> </div> </div>
<p>測定値</p>	<p>N値 : 質量 63.5kg のハンマーを 760mm の高さからアンビルに落下させ SPT サンプラーを 300mm 打込むのに必要な打撃回数</p>

3.3.6 土質試験

土質試料から液状化判定を行う場合の室内土質試験には、①土の粒度試験、②土の細粒分含有率試験、③土の液性限界・塑性限界試験などがある。各種サンプラーから採取された土試料の容積によっては、すべての試験を行うことが困難な場合もある。ここでは、これら 3 試験の概要を説明する。

●土の粒度試験方法 (JIS A 1204 : 2009)

表 3.3.22 に土の粒度試験に関連した用語および定義を示す。

表 3.3.22 土の粒度試験に関連した用語および定義

用語	定義																																								
粒度	<ul style="list-style-type: none"> 土粒子径の分布状態を質量百分率で表したもの。 図①に土粒子径による土の区分を示す。 <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>0.005</td> <td>0.075</td> <td>0.250</td> <td>0.850</td> <td>2</td> <td>4.75</td> <td>19</td> <td>75</td> <td></td> </tr> <tr> <td>粘土</td> <td colspan="2">シルト</td> <td>細砂</td> <td>中砂</td> <td>粗砂</td> <td>細礫</td> <td>中礫</td> <td>粗礫</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4">砂</td> <td colspan="3">礫</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3">細粒分</td> <td colspan="5">粗粒分</td> <td>(石分)</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">図① 土粒子の粒径区分と呼び名</p>		0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75		粘土	シルト		細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫			砂				礫						細粒分			粗粒分					(石分)
	0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75																																	
粘土	シルト		細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫																																	
	砂				礫																																				
	細粒分			粗粒分					(石分)																																
最大粒径	<ul style="list-style-type: none"> 試料がすべて通過する金属製網ふるいの最小の呼び寸法で表した粒径 																																								
粒径加積曲線	<ul style="list-style-type: none"> 横軸（対数目盛）に粒径を、縦軸（算術目盛）にふるいを通過した質量百分率 $P(d)$ をプロットした曲線。 図②中の曲線 A は粒度分布の範囲が広い土、曲線 B は細粒分（シルト分+粘土分）が多い土、曲線 C は細粒分が少なく砂分が多い土である。 <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">図② 粒径加積曲線の例</p> </div>																																								

土の粒度試験の試験方法は、ふるい分析と沈降分析の 2 種類がある。ふるい分析は、金属製網ふるいによる粒度試験で、 $75\mu\text{m}$ ふるいに残留した土粒子に対して実施する。金属製網ふるいは JIS Z8801 に規定されており、ふるい分析には $75\mu\text{m}$ 、 $106\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$ 、 $425\mu\text{m}$ 、 $850\mu\text{m}$ 、 2mm 、 4.75mm 、 9.5mm 、 19mm 、 26.5mm 、 37.5mm 、 53mm および 75mm のふるいを使用する (図 3.3.10)。

沈降分析は、土粒子懸濁液の密度測定によって粒度を求める試験で、 $75\mu\text{m}$ ふるいを通過した土粒子に対して実施する (図 3.3.11)。

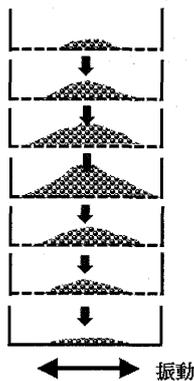


図 3.3.10 ふるい分析

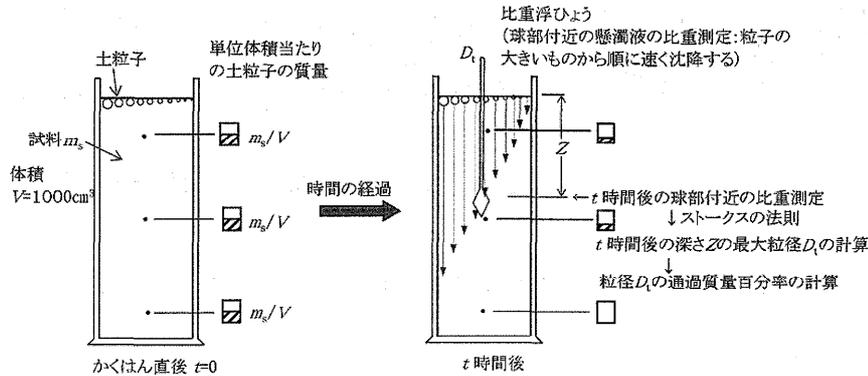


図 3.3.11 沈降分析²³⁾

土の粒度試験により、粒径加積曲線が作成できる (表 3.3.22 中の図②参照)。粒径加積曲線から、通過質量百分率が 10%、30%、50% および 60% のときの粒径 $D(\text{mm})$ を、 D_{10} 、 D_{30} 、 D_{50} 、および D_{60} と呼び、粒度分布の状態を表す定数として、均等係数 U_c および曲率係数 U_c' を求めることができる。また、 D_{10} および D_{20} は透水係数の推定に、 D_{50} は液状化強度の粒径に関する補正等に用いられる。

$$U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$U_c' = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

細粒分 5%未満の粗粒土に対し、 $U_c \geq 10$ の土は「粒径幅の広い」、 $U_c < 10$ の土を「分級された」という。また曲率係数 U_c' の値が 1~3 の場合に「粒径幅の広い」としているため、「粒径幅の広い」土となるためには、 U_c と U_c' が同時にこれらの条件を満足しなければならない。

●土の細粒分含有率試験方法 (JIS A 1223 : 2009)

土の細粒分含有率 F_c とは、土の炉乾燥質量に対して金属製網ふるい $0.075\text{mm}(75\mu\text{m})$ 通過分の乾燥質量が占める割合を、百分率で表したものである。地盤の液状化の可能性を判定する指標の一つとして、細粒分含有率 (粒径 0.075mm 以下の土粒子の含有率) は重要な指標であり、土の粒度試験でも測定できる。

ここで示す土の細粒分含有率試験方法は、ふるいの数を減らして細粒分含有率を求めることを目的とした試験である。よって細かな粒径加積曲線は示せない。

細粒分含有率試験では、JIS Z 8801-1 に規定する金属製網ふるいで、呼び寸法 9.5mm 、 $0.425\text{mm}(425\mu\text{m})$ および $0.075\text{mm}(75\mu\text{m})$ のふるいを用いる。試験はまず土試料を水浸させ、ふるい上で水洗いし、

0.425mm および 0.075mm ふるいに残留した土の炉乾燥重量を求める (写真 3.3.2)。

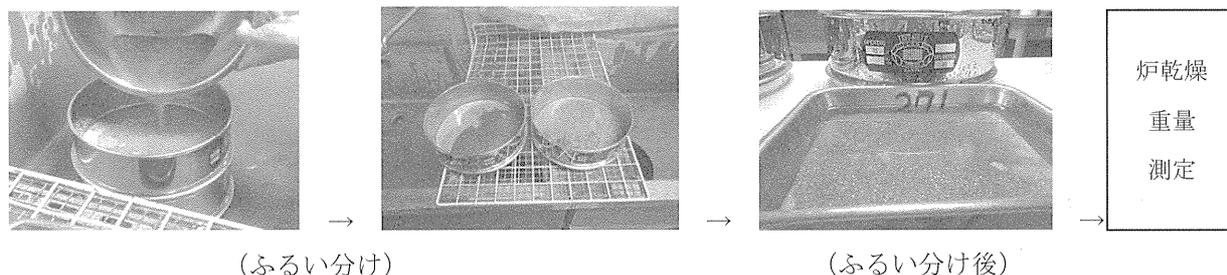


写真 3.3.2 土の細粒分含有率試験方法

細粒分含有率 F_c は、次式によって算出する。

$$F_c = \frac{m_s - m_{os}}{m_s}$$

ここに、 m_s : 試料の炉乾燥重量 [= $m/(1+w/100)$]、 m : 試料の質量、 w : 試料の含水比(%)、 m_{os} : 組ふるいに残留した炉乾燥重量

●土の液性限界・塑性限界試験方法(JIS A 1205 : 2009)

この試験は、「JIS A 1205 土の液性限界・塑性限界試験方法」に規定されており、 $425 \mu m$ ふるいを通過した土の液性限界、塑性限界および塑性指数を求める試験である。表 3.2.1 に示したように、液状化判定を行う必要のある土層を詳細に調べる際に用いられる試験でもある。

土の液性限界・塑性限界試験に関連した用語を以下に示す。

- ・液性限界(w_L) : 液性限界試験によって求められる、土が塑性状から液体状に移るときの含水比。
- ・塑性限界(w_P) : 塑性限界試験によって求められる、土が塑性状から半固体状に移るときの含水比。
- ・塑性指数(I_p) : 液性限界と塑性限界の差($I_p = w_L - w_P$) (図 3.3.12)、粘土分が多く含まれる場合に大きな値を示す。

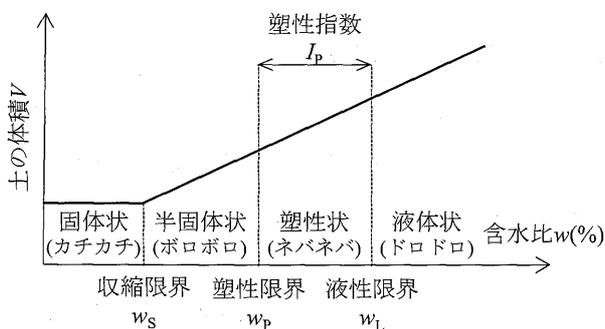


図 3.3.12 土の状態変化とコンシステンシー限界

【液性限界試験の手順】

液性限界測定器の黄銅皿に、へらを用いて試料に最大厚さが約 **1cm** になるように溝を切り試料を二つに分ける (写真 3.3.3)。黄銅皿を 1 秒間に 2 回の割合で黄銅皿を持ち上げては落とすことで、溝の底部の土が長さ約 **1.5cm** 合流するまで続ける。溝が合流したときの落下回数を記録し、合流した付近の試料の含水比を求める。上記の操作を繰り返し、その際、落下回数 **10~25** 回のもものが **2** 個得られるようにする。



写真 3.3.3 液性限界試験

半対数グラフ用紙の対数目盛に落下回数、算術目盛に含水比をとって、測定値を図 3.3.13 のようにプロットし、測定値に最もよく適合する直線を求め、これを流動曲線とする。流動曲線において、落下回数 **25** 回に相当する含水比を液性限界 w_L (%) とする。なお上記の操作で求められないときは、**NP (non-plastic)** とする。

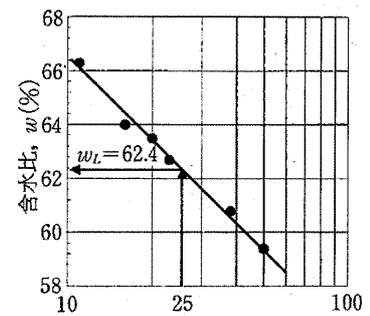
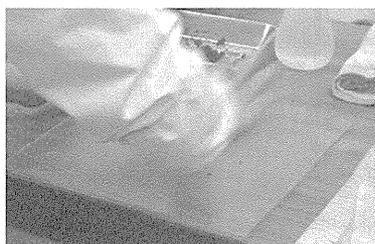


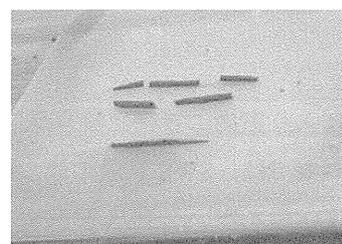
図 3.3.13 液状限界の求め方の例

【塑性限界試験の手順】

試料塊を、手のひらとすりガラス板との間で転がしてひも状にし、ひもの太さを直径 **3mm** の丸棒に合わせる (写真 3.3.4)。この土のひもが直径 **3mm** になったとき、再び塊にしてこの操作を繰り返す。上記の操作において土のひもが直径 **3mm** になった段階で、ひもが切れ切れになったとき、その土を集めて速やかに含水比を求め、これを塑性限界 w_p (%) とする。なお上記の操作で求められないときは、**NP** とする。



(ひも状にする状況)

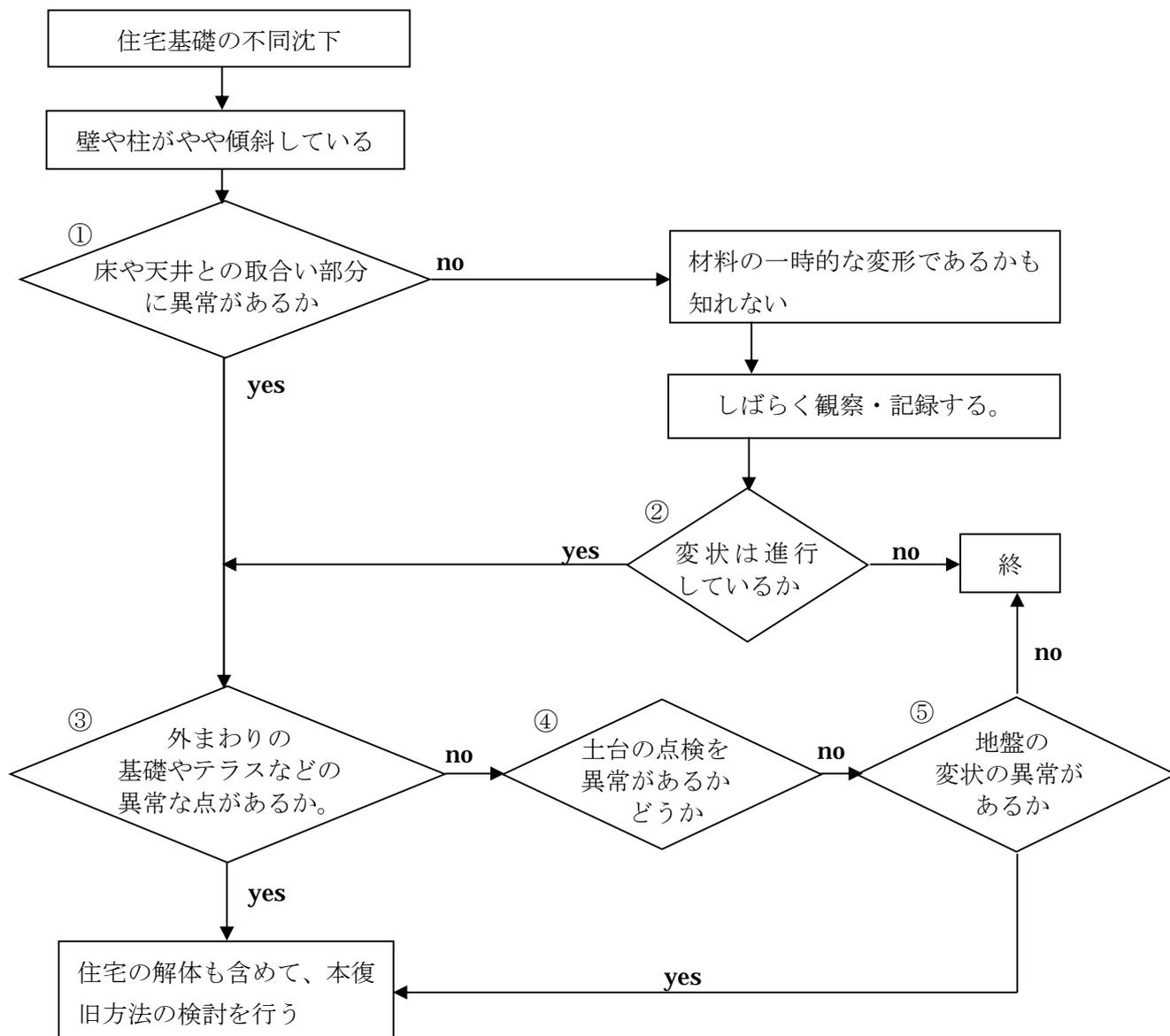


(ひもが切れ切れになった状態)

写真 3.3.4 塑性限界試験

参考資料 13

住宅がある場合の宅地地盤変状調査・検討手順



参考図 13-1 住宅のある場合の調査・検討手順

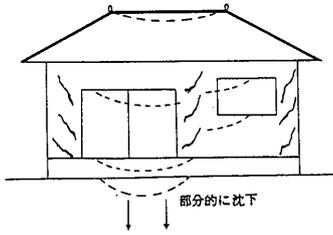
(出典：土地・建物の不具合、(株)東洋書店、昭和 63 年 3 月、一部加筆)

参考表 13-1 住宅のある場合の調査・検討手順の解説

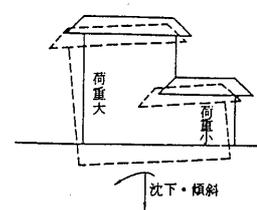
番 号	解 説
<p>① 床や天井との取合い部分に異常があるか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内の和室の真壁と柱の取り合い部分に 0.5 mm以上のすき間の有無を点検する。 ・外壁のモルタル塗り仕上げ面に、斜めに幅 0.5 mm前後の比較的長いひびわれが発生していないかどうかを点検する。 ・玄関土間床、浴室土間床が沈下して、壁との入隅部分に異常が無いかどうか点検を行う。 ・浴室での使用水の排水がスムーズであるか否かを点検する。 <ol style="list-style-type: none"> 1)外周壁・柱(ずれ・ひびわれ)…基礎の沈下により土台に異常変形が起こり、壁にひびわれを生じ、柱がずれる。 2)内部床(傾斜・異常振動)…独立基礎の沈下をはじめ、床束のはずれ、くされの場合もある。 3)浴室床(四周部分のわれ、排水異常)…浴室床スラブ全体の沈下 4)玄関床(四周部分のわれ)…玄関土間が全体に沈下 5)床下部分(雨水の侵入)…建物全体の平均した沈下で床下が換気口が下がる。 6)屋根(瓦のずれ)…建物の部分的なずれにより瓦がずれる 7)屋根(雨漏り)…瓦のずれに終わらず、下葺きも破損し雨漏り発生 8)建具(開閉異常)…軸組材のずれ
<p>② 変状は進行しているか</p>	<p>変伏観測の結果、変状に進行性が認められる場合は、周辺住宅の詳細調査を行う。</p>
<p>③ 外まわりの基礎やテラスなどの異常な点があるか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・布基礎を住宅の外周を一巡りして詳細に観察し、布基礎側面に 0.5 mm以上の幅のひびわれの有無を点検する。 ・屋外設置の深夜電気温水器や水槽の異常燃焼や水漏れの発生などは、ガス釜や水槽の重さによって地盤が局部的に沈下を起こすことが原因であることが多い。 ・下水の排水がスムーズかどうか点検する。 下水の要所にある溜桝が沈下して、管の接合部から汚水が漏れていて悪臭を放つことがある。 ・浄化槽およびこれに関連する溜桝などの沈下により、汚水が漏れていないかどうか点検する。 <ol style="list-style-type: none"> 1)布基礎(ひびわれ)…地盤が沈下し、それにつれて布基礎も沈下しひびわれ発生 2)ベランダ(ひびわれ、傾斜)…ベランダ部分の沈下のほか、建物の全面沈下によるベランダの相対的な傾斜 3)下水(汚水のあふれ、悪臭)…宅地内の地盤のずれ
<p>④ 土台の点検を行い異常があるかどうか</p>	<p>土台の点検を行い、異常があるかどうか点検する。</p>
<p>⑤ 地盤の変状の異常があるか</p>	<p>地盤の変状が進行しているかどうか点検する。</p>

1) 支持層の部分的な不同沈下

基礎の下の支持地盤が不均一で不安定であると、部分的に地盤が沈下し、基礎もその沈下と一緒に沈下するため柱やはりが傾斜する。



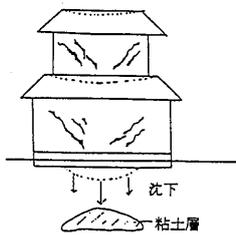
参考図 13-2 締め固めが部分的に不十分な場合



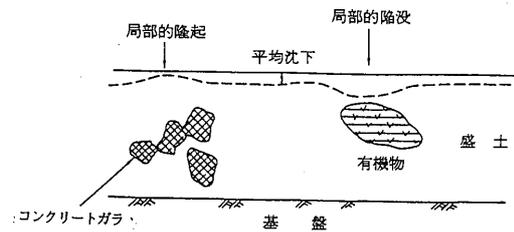
参考図 13-3 建物重量に耐えられずに部分的に地盤が沈下

2) 粘土層・コンクリートガラによる不同沈下鷹

支持する地盤の中に部分的に粘土層があつて、それが圧密によって沈下して基礎の不同沈下となる。また、盛土部分のコンクリートガラが混入している場合は、周辺が沈下しても少ないため、局部的隆起となることがあるので注意が必要である。



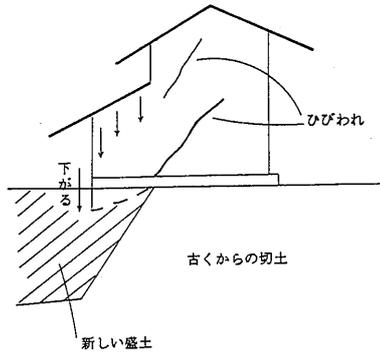
参考図 13-4 部分的に粘土層のある場合



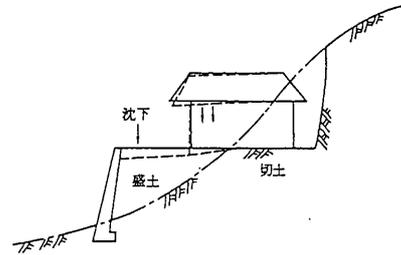
参考図 13-5 有機物等異物の存在による不同沈下

3) 盛土部分の締め固めが不足

兵陵地などに見受けられる場合が多く、盛土部分が建物の重さに耐えきれなくて沈下する。



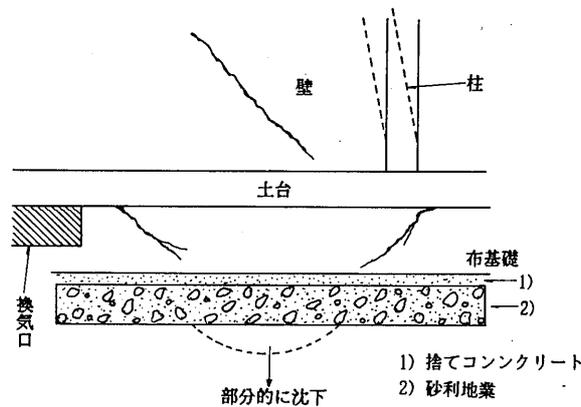
参考図 13-6 新しい盛土の締め固め不十分



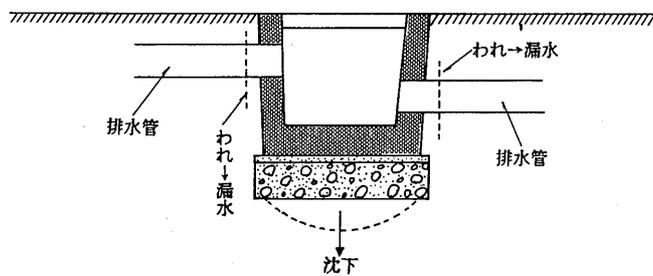
参考図 13-7 新しい盛土の沈下

4) 砂利地業の締め固めの不足

掘削した地盤が堅牢でない場合、木造住宅では一般に砂利地業等を行うが、突き固めの度合いが不足すると基礎地盤が建物の重量に耐えられなくなって部分的に沈下する。



参考図 13-8 不同沈下による基礎・軸組の大変形



参考図 13-9 不同沈下による排水不良

参考資料 - 14

不同沈下対策工

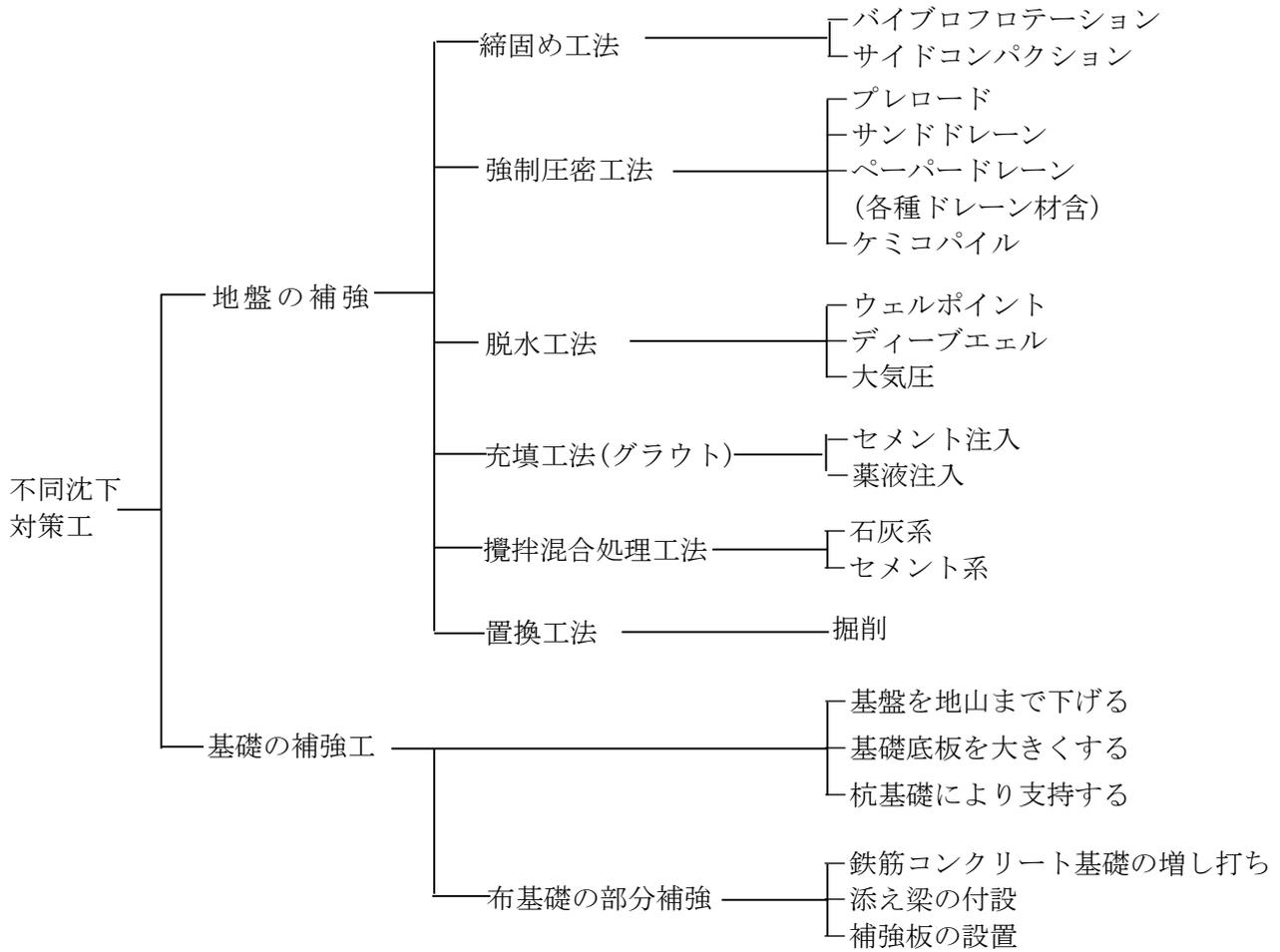
出典：建設省総合技術開発プロジェクト 震災構造物の復旧技術の開発報告書 第3巻
建築物の震災復旧技術マニュアル（案）昭和61年3月、建設省、一部加筆修正
平成28年3月、レジリエンスジャパン推進協議会

不同沈下対策工法は、大別して「地盤の補強」と「基礎の補強」に分類される。地盤の補強は、宅地盛土（埋土）の補強と盛土（埋土）下の軟弱層の補強を目的とし、液状化対策工として使用されるものであり、以下に示す工法が用いられている。すなわち、バイプロフローテーションなどの締固め工法（砂地盤）、プレロードやサンドドレーンなどの強制圧密工法（粘性土地盤）、セメント注入等の充填工法、セメント系等の攪拌混合処理工法、ウェルポイント等により地下水位を低下させ、圧密を促進させる脱水工法などである。

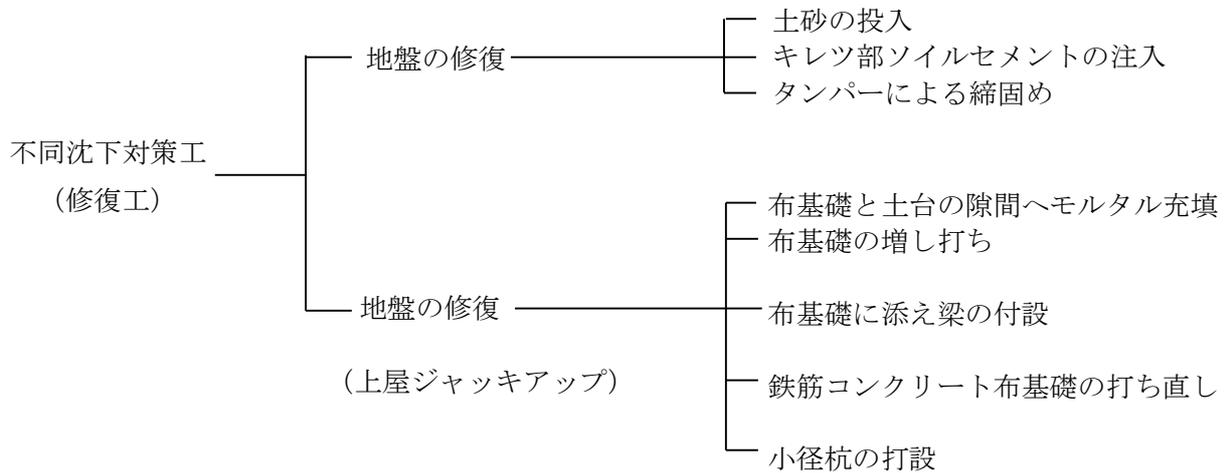
また、基礎の補強工は杭基礎等により地山に直接支持させる方法や、基礎底板を拡大し、接地圧の均等化と低減を目的とする工法などである。なお、木質系住宅の布基礎等では、「鉄筋コンクリートの増し打ち」や、「添え梁」により基礎の剛性を高め、若干の沈下に対応するような工法も用いられている。

参考図 14-1 に不同沈下対策工法の分類を示した。

不同沈下に対しては以上のような対策工法が用いられているが、戸建宅地の場合、対象とする地盤面積や近隣住宅との関係、また、経済的理由さらには住宅を徹去せずに復旧することなどの条件が付加されるケースが多く、**参考図 14-1** に示した対策工のうち、特に地盤の補強工法の適用は難しい。一般には、基礎の補強（特に布基礎の部分補強）に依存するケースが多く、沈下、亀裂等地盤の変状に対しては土砂の投入、転圧やソイルセメント等の充填などが用いられ、宅地地盤に関しては抜本的な地盤の補強が行われることは非常に少ないのが現状である。そこで、完全な対策工とはならないまでも、ある程度の対策（または被災後の復旧）となる方法を、**参考図 14-2** に示した。また、復旧度合によるランク別に求めた工法例を**参考図 14-3**、**参考図 14-4** に示した。大規模な地盤沈下・液状化・地すべり・がけ崩れ等の復旧の場合は、造成工事におけるサンドドレーン工法、プレロード工法等の大規模地盤改良工事を行う。この場合、数宅地にわたるので個人では処理しきれないため、公共的な機関が行うことになる。



参考図 14-1 不同沈下対策工の分類(一部加筆)³⁾



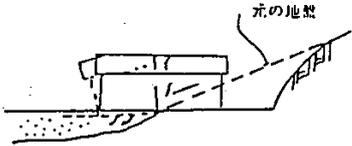
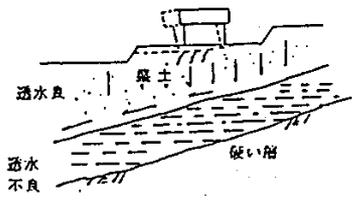
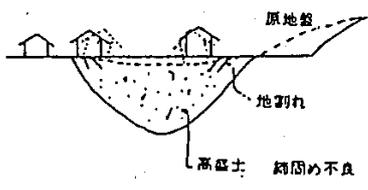
注) 基礎の修復の詳細については木造の復旧技術マニュアル参照

参考図 14-2 木質系住宅、宅地を対象とした不同沈下対策工 (修復工)

参考表 14-1 不同沈下対策工法の区分

工法区分	地盤状況	基礎の障害	基礎対策	補修方法
A	全体沈下はあるが、大きな障害を与える不同沈下は小さい。 再沈下があるとしても小さいと予測される。	現在までの沈下量は小さく、相対沈下量が 10 cm 以内程度。一部に亀裂が生じているが、補修すれば 80%以上の強度が保持可能なとき。	現在の基礎を補強する。沈下を是正した後はモルタル充填を行う。	
B	現在の不同沈下が大きい。 今後も数 10cm の沈下が考えられる。 地盤クラックもある。	基礎クラックの大きいところがあり、一部完全に切れているところあり。再沈下したら上部がガタガタになるおそれあり。	RC 基礎と取替える。 再沈下に対しても考慮する	1. 建物全部一斉に嵩上げする。 2. 現在の基礎を有筋基礎または版基礎と取替える。 2. 再 UP しやすい構造としておく。 4. 新基礎をフローティング基礎とするところもある。
C	Bと同じ	Bと同じ	完全に再沈下しない基礎とする。	Bの場合と同じく RC 基礎としたうえで、下記の方法を加える。 ①地盤改良 ②杭地業 ┌ 支持杭 └ 摩擦杭 ③その他の方法

※ 補修工法は、上記 A, B, C のみでなく他にもいろいろな混合工法も考えられるが、結局、工費、工期と障害去に対する施主の考え方が基本となる。

	障 害 の 状 況	考 え 方 ・ 工 法
深い沖積層		<p><u>地盤状況・対策</u> 現在までの沈下の経過により工法を決定すべきであるが、通常、将来に対し大きな沈下は少ないと見てよいと思われるので、特に行わない。</p> <p><u>工 法</u> A工法とするか、またはB工法によりR C布基礎としておけば将来は安全であろう。</p>
切盛地盤		<p><u>地盤状況・対策</u> 沈下した盛土部分は再沈下必至である。</p> <p>対策としては「薬液注入」が考えられるが「杭基礎」が考えられるが埋土の土質にもよる。</p> <p><u>工 法</u> 再沈下には再修正を覚悟してA工法、再沈下防止にはB工法またはC工法</p>
新しい造成地盤 (1)		<p><u>地盤状況・対策</u> 土質及び埋土方法により差はあるが最深部付近の沈下は10年位とまらないことがある。ローコストで出来る方法はないので特に補強対策はない。地割れ部にはモルタルなどを充填する。</p> <p><u>工 法</u> A工法またはB工法であるが、A工法の場合は再修正が必要である。</p>
新しい造成地盤 (2)		<p><u>地盤状況・対策</u> ローコストで可能な地盤補強土はなかなかない。小口径パイプで摩擦杭として使用する杭工法か、注入可能な土質のときは薬注もあるが高くつくし、絶対的再沈下防止は時間的経過であろう。</p> <p><u>工 法</u> 埋土後数年経ていれば、工法として再補修も考えるか、またはB工法としたい。</p>

* 工法区分は参考表 14-1 参照

参考図 14-3 戸建住宅の不同沈下対策(1)

	障 害 の 状 況	考 え 方 ・ 工 法
新しい 造成宅地 (3)		<p><u>地盤状況・対策</u> ローコストで出来る良い方法はない。 もともと沈下必至であるから、杭や版基礎を用いてあることが多い。</p> <p><u>工 法</u> B工法+杭地業</p>
新しい 造成宅地 (4)		<p><u>地盤状況・対策</u> 擁壁の側方移動を止める対策としてアースアンカー工法、擁壁基礎下薬注などが考えられるが工費がかかる。 建家地盤は雨水が盛土内部に滞留しないよう水はけを良くする必要がある。 擁壁の水抜孔を増加することも必要である。</p> <p><u>工 法</u> 擁壁が完全であればA工法で良い。</p>

*工法区分は参考表 14-1 参照

参考図 14-4 戸建住宅の不同沈下対策(2)

参考資料- 1 5

住宅建屋の基礎沈下傾斜修復工法

参考資料- 15 (1)

住宅建屋の基礎沈下傾斜修復工法

出典：平成 23 年度 浦安市液状化対策技術検討調査委員会報告書
第IV編建築物の被害・液状対策、時松孝次教授（東工大）
一部加筆修正

1. 沈下傾斜修復工法の概要

建築物が傾くと、戸の開け閉めの不具合、隙間風の発生、傾斜による物の転がりといった障害だけでなく、個人差があるものの使用者にめまいや吐き気などの健康障害が生じることがある。また、建築物周辺に埋設されている上・下水道管、ガス管のうち、特に、水道管が液状化や建築物の沈下に伴って損傷を受けているケースが多い。また、隣接道路に比べて宅地の沈下量が大きい場合には、雨水等が周辺から宅地へ流れ込むため、建物を復旧後の道路面と同等の高さにすると同時に傾斜を修正する必要がある。

沈下傾斜修復工法には、基礎下から嵩上げする工法と基礎上（土台）から嵩上げする工法に大別され、建物荷重を持ち上げるための反力の考え方、施工条件などに応じて様々な工法がある。

いずれにしても、工法の選定や設計は地盤調査の結果を踏まえて行なうことが必要である。また、嵩上げに際して荷重が局部的に集中することにより、基礎や上部構造を痛めることがあるので、既存基礎の形式（布基礎・ベタ基礎）とその剛性などを十分考慮して工法やジャッキの配置などを検討するなど、慎重な設計、施工が必要である。

いずれの工法も相当な技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で技術力に大きな差がある場合がある。このため、工法等の選定にあたっては、専門家に意見を求めたり、あるいは複数業者から見積もりを徴収し、工事内容、費用、工事日数などをよく確認し、十分比較して納得のいく工法を選定するなど、慎重に行なう必要がある。また、近隣建物の沈下、傾斜を誘発しないよう注意する必要がある。

表 15.1 基礎と柱が一体的に傾いたときの住家被害認定

基礎と柱が一体的に傾く不同沈下の場合の判定		
四隅の柱の傾斜の平均	判定	備考
1/20 以上	全壊	
1/60 以上、1/20 未満	大規模半壊	1/60：従来から基準値として使われている構造上の支障が生じる値
1/100 以上、1/60 未満	半壊	1/100：医療関係者等にヒアリングを行い設定した居住者が苦痛を感じるとされている値
1/100 未満（傾斜による判定は行なわない）	一部損壊	
	被害なし	

1.1 基礎下から嵩上げする工法

基礎下から嵩上げする工法としては、建物を嵩上げするための反力の取り方などに応じて、以下のような工法がある。

(1) 杭を反力にジャッキアップする工法

1) アンダーピーニング工法

基礎下を掘削して建物荷重を利用しながら1 m程度の鋼管杭を継ぎ足してジャッキで地中に圧入していき、建物荷重を支持できる深さまで貫入できたら、逆にそれを反力として建物をジャッキアップする工法である。

十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

ジャッキアップの際、建物周辺に加えて建物直下にも、ある程度の数のジャッキを入れて局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。また、建物直下への鋼管とジャッキの設置のため、横堀での掘削か1階の床の解体を伴う施工となる。掘削した土の仮置き場が必要となり、仮置き場が用意できない場合は処理費が発生する。基礎下の埋め戻しも土を密に充填する必要があり施工管理に注意が必要となる。なお、地盤の掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は施工が難しくなる場合がある。

地盤条件と建物荷重によって貫入深度が左右される。浦安では、支持層が深いため、杭長は長くなり、また、建物荷重を支持しきれないケースもある。支持層が深くなると継ぎ足す箇所が多くなり、杭の継ぎ部の品質や鉛直性のほか、費用が増大するため、注意が必要である。

2) サイドピニング工法

基礎剛性が十分確保できる場合、アンダーピーニング工法と同様、基礎まわりに鋼管杭をジャッキで圧入または回転貫入させ、これを反力にジャッキアップする工法である。

最小限の掘削でジャッキアップ可能だが、剛強な基礎の場合以外は単独工法としては利用されず、建物中央部を同時に薬液等の注入でリフトアップするなど、他の工法と併用される。

(2) 耐圧版・コンクリートブロックなどを反力にジャッキアップする工法

1) 耐圧版工法

基礎下を順次掘削して建物荷重を仮受けしながらコンクリートの打設などを繰り返して耐圧版を構築し、耐圧版を反力としてジャッキアップするもので、主に支持層が浅い場合や沈下が収束しているときに適用される工法である。

杭を反力とする工法と同様に、十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

ジャッキアップの際、建物周辺に加えて建物直下にも、ある程度の数のジャッキを入れるなど局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。また、建物直下への耐圧版とジャッキの設置のため、横堀での掘削か1階の床の解体を伴う施工となる。掘削した土の仮置き場が必要となり仮置き場が用意できない場合は処理費が発生する。基礎下の埋め戻しも土を密に充填する必要があり施工管理に注意が必要となる。埋め戻し量が多くなる場合は、将来の液状化に伴う沈下に対して不利にならないよう、比重が比較的小さい材料などを選択する可能性についても検討することが望ましい。掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は施工が難しくなる場合がある。

ジャッキアップのための反力となる耐圧版を設置する地盤強度の確保が必要だが、浦安では液状化などの影響で地盤強度が低下している可能性があるため、地盤改良などを含めて、反力が十分に確保できるよう慎重な配慮が必要となる。

(3) 薬液の注入圧によりリフトアップする工法

1) 静的圧入締固め(CPG)工法

基礎下へ流動性モルタルを注入し地盤を圧縮締固めするとともに、注入圧により基礎をリフトアップする工法である。

基礎下地盤へのモルタル注入圧でリフトアップする工法のため、通常ベタ基礎でのみ有効な工法であり、修復できる沈下量は20cm程度が限界である。注入によるリフトアップの際、局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。また、薬液は地盤中に広がりながら浸透していくことから、近隣建物に影響を及ぼすことがあり、影響範囲に留意する必要がある。

比較的大きな機材が必要なことから、家屋直下への注入を行なうためには、床の撤去が必要となる。また、同時に1点あるいは2点程度の注入となるため、リフトアップ、水平調整には熟練を要する。

液状化層を全面的に締固めれば液状化対策となるが、液状化層が厚い場合で全層にわたって行なう場合にはコスト高となる。

2) 地盤改良型注入工法

建物外周から基礎下へ、さらには基礎直下へ、セメント系・水ガラス系の薬液等を注入することにより、瞬時に地盤の固化を図った上で、固化した地盤と基礎下に薬液を注入し、その建物をリフトアップする工法である。

基礎下地盤への薬液注入圧でリフトアップする工法のため、通常ベタ基礎でのみ有効な工法であり、修復できる沈下量は20cm程度が限界である。注入によるリフトアップの際、局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。また、薬液は地盤中に広がりながら浸透していくことから、近隣建物に影響を及ぼすことがあり、影響範囲に留意する必要がある。

比較的大きな機材が必要なことから、家屋直下への注入を行なうためには、床の撤去が必要となる。また、同時に1点あるいは2点程度の注入となるため、リフトアップ、水平調整には熟練を要する。

液状化層を全面的に締固めれば液状化対策となるが、浦安では液状化層が厚いため、全層にわたって行なうとコスト高となる。また、建物外周のみから注入する工法は、基礎下地盤を均一に改良することは困難である。

3) リフトアップ型注入工法

基礎スラブに開けた小口径の穴から基礎下へ瞬結性のセメント系・水ガラス系の薬液を注入し、直下の地盤を固化した後に注入圧により建物をリフトアップする工法である。基礎スラブに2m程度の間隔で穴を開けることにより、薬液を多点(20～25点)から、リフトアップ状況を管理しながら複数回に分けて少量ずつ注入するのが特徴である。また、基本的に床下での作業となるため、床の撤去は不要である。

基礎下地盤への薬液注入圧でリフトアップするため、通常ベタ基礎のみに適用可能である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。

修復できる沈下量は通常30cm程度までだが、工法毎に用いる薬液の違いによって、リフトアップ可能な修復量や建物重量が異なり、RC造10階建て程度の建築物の傾斜を修復した実績のある工法もある。薬液の注入が、近隣建物に影響を及ぼす可能性があるため、影響範囲に留意する。

リフトアップする高さに応じてコストが高くなるため、沈下量が大きい場合は、併用工法など、他の方法を含めて検討が必要となる。

なお、地盤の固化範囲はごく表層に限られるため、液状化防止の効果は期待できない。

(4) 薬液の膨張圧によりリフトアップする工法

1) 発泡ウレタン工法

基礎スラブに開けた小口径の穴から基礎下へ発泡性ウレタン等を注入し、その膨張圧力で建物をリフトアップする工法である。薬剤を多点注入し、リフトアップ状況を管理しながら施工する。樹脂の単位体積重量は極めて小さいため、注入による重量増加（地盤への負担）が抑えられることが特徴である。リフトアップ高さがや建物重量が大きい場合は、併用工法等の検討が必要である。

基礎直下への薬液膨張圧でリフトアップするため、通常ベタ基礎のみに適用可能な工法である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。修復できる沈下量は、工法に用いるウレタンの発泡特性によって5～30cm程度と様々であり、薬液の注入量の管理が重要となる。

地盤の特性によっては、基礎下地盤に薬液が計画以上に広がる場合があるので、注入量の管理が重要となり、場合によっては、基礎側面から樹脂漏れすることがあるため、影響範囲に留意する必要がある。

影響範囲はごく表層に限られるため、液状化対策としての効果は期待できない。

(5) 併用工法

1) セメント系薬液注入工法と耐圧版工法を併用してリフトアップする工法

まず、基礎下の地盤をセメント系薬剤などで固化することによって支持力を確保した上で、改良地盤に直接または耐圧版を介してジャッキを設置して建物をリフトアップする工法である。基礎下の地盤でジャッキアップに必要な反力が取れない場合に用いられる。

杭を反力とする工法と同様に、十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

一部の工法では、耐圧版工法では不可欠な建物直下の大規模な掘削を伴わずにリフトアップすることが可能であり、その場合は経済的で比較的短期間に施工できる。

地盤改良を伴うので、液状化層を全面的に改良すれば対策となるが、浦安では液状層が厚いため、全面的に改良するにはコスト高となる。

2) ジャッキアップ工法と薬液注入工法との併用工法

建物外周をジャッキアップ工法（サイドピニング工法や耐圧版工法など）でジャッキアップするとともに、基礎や上部構造の損傷を防ぐために、建物中央部の基礎下に薬液（リフトア

ップ型や発泡ウレタン)を注入し、リフトアップする工法である。薬液注入だけでは建物をリフトアップできないときに利用される工法で、リフトアップ高さが5～30cm以上で用いられることが多い。

薬剤によるリフトアップを伴うことから、通常ベタ基礎でのみ有効な工法である。

沈下が大きい場合に地盤の掘削を伴わずに、または基礎周辺部分の掘削のみでリフトアップできる工法であり、ジャッキアップ工法に比べて、短期間に施工できる可能性がある。

ジャッキアップに杭を用いる工法を採用した場合、ジャッキアップに利用した杭を基礎から切り離し、将来地盤沈下した場合の基礎の損傷を防ぐ配慮が必要と考えられる。

1.2 基礎上（土台）から嵩上げする工法

基礎上（土台）から嵩上げする工法には、既存の基礎を活用するかしないかに応じて、以下のような工法がある。

（1）基礎を再利用する工法

1）ポイントジャッキ工法

基礎を一部削り建物本体の土台の下に爪の付いたジャッキを挿入してジャッキアップする工法である。このため、基礎は傾斜したまま再使用することになるため、土台との間に生じる隙間には無収縮モルタルを充填する。

基礎の種類を問わずに施工可能だが、無筋基礎の場合は補強することが望ましい。修復可能な沈下量は10cm程度以下であり、上部構造が傷まないように施工するには熟練した技術が必要と考えられる。

掘削や薬液注入を伴わないので、経費は比較的安く抑えられる。

既存のアンカーボルトを切断してジャッキアップすることが必要なため、修復後の基礎と上部構造の緊結に注意を要する。

（2）基礎を再構築する工法

1）ねがらみ工法

土台の下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一旦、基礎と建物を切り離し、建物だけをジャッキアップした後に、基礎の再施工と地盤改良のいずれか、あるいは両方を行った後に、建物を下ろして基礎に緊結する工法である。

ジャッキアップの高さや方法により、地盤改良の方法が制限される可能性がある。抜本的な液状化対策のための地盤改良には、機材の搬入が可能なジャッキアップ高さを確保する必要がある。また、建物外周に数m以上の施工スペースが必要であり、施工可能な場所は限られる。

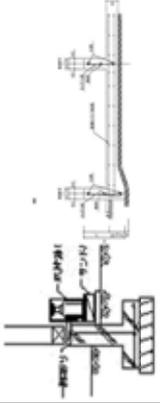
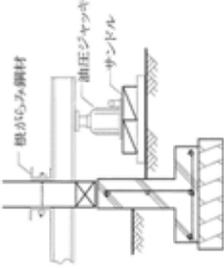
2）曳屋工法

土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、建物を水平方向に移動するとともに、基礎の再施工と地盤改良のいずれか、あるいは両方を行った後に、建物を戻して基礎に緊結する。

建物外周に数m以上の施工スペースと、建物を平行移動するための移動経路、仮置きスペースが必要であり、施工可能な場所は限られる。

以上のような工法が様々あるが、作業スペースの確保や機材の設置場所の確保などから敷地の周囲空地や形状により施工費にも差が出ることもあるので、施工者や工法の選定にはこれらの条件を十分把握して見積もりを取る必要がある。また、ライフラインなどの埋設管の仮配管の必要性の有無や本復旧費等についても契約の際には確認が必要であるとともに、本復旧時には今後の液状化対策として、可とう継手や伸縮継手などを使用する必要がある。

表 15-4 小規模建築物（戸建）の液状化による沈下傾斜修復工法一覧

土上げ方法		基礎の再構築		
工法名	基礎を反かにジャッキアップ	ねがらみ工法	曳戻工法	
説明	基礎を一部掘削し土台下に圧入したジャッキを据え、ジャッキアップする。基礎の一部掘削は土台下に圧入したジャッキを据え、ジャッキアップする。基礎の一部掘削は土台下に圧入したジャッキを据え、ジャッキアップする。	土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一部、基礎と建物を取り直し、建物だけをジャッキアップし、土間に、基礎の再構築と地盤改良のいずれかあるいは両方を行い、基礎を築直す。	土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一部、基礎と建物を取り直し、建物だけをジャッキアップし、土間に、基礎の再構築と地盤改良のいずれかあるいは両方を行い、基礎を築直す。	土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一部、基礎と建物を取り直し、建物だけをジャッキアップし、土間に、基礎の再構築と地盤改良のいずれかあるいは両方を行い、基礎を築直す。
工法の概要				
工法の特徴、留意点等の概要	掘削し、基礎を反かにして土台下に圧入したジャッキを据え、ジャッキアップする。	基礎の再構築と地盤改良の両方を行うことで、根本的な液状化対策と沈下傾斜修復の両方を実現できる。ジャッキアップの圧入方向により、地盤改良の圧入が期待できる可能性がある。	基礎の再構築と地盤改良の両方を行うことで、根本的な液状化対策と沈下傾斜修復の両方を実現できる。ジャッキアップの圧入方向により、地盤改良の圧入が期待できる可能性がある。	
施工条件	布基礎	○	○	
	ベタ基礎	○	○	
	不明沈下量	10cm程度以下	条件無し	
	隣地境界距離	0.5m程度以上	敷メートル以上	
工期	床と壁の一部解体・掘削あり	床と壁の一部解体・掘削あり	床と壁の一部解体・掘削あり	
	居住まいの必要性	なし	ある場合もある	
工事費	3～5週間	3～5週間	3～5週間	
基準建築物規格2018の目安	200～300万円	建築物の構造により費用に大きな差がある	900～1000万円	
メリット・デメリット・注意点	掘削や薬液注入を行わないので、騒音は比較的強く抑えられる。	床・壁の掘削費用が別途必要	床・壁の掘削費用が別途必要	
将来の対応に列する沈下傾斜の可能性と再掘削のための工夫	あり	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)	
地盤の再液状化の可能性	あり	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)	
復旧時・施工時のフェンoffs点、プランク用地、資材置き場	ジャッキ等の資材置き場などのスペース	ジャッキ等の資材置き場などのスペース	建物と掘削スペース、掘削スペースで掘削する範囲のスペース	
備考	アンカーボルトを切断してジャッキアップするため、修復後の基礎と土家の緊密にも注意が必要。			
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・沈下傾斜修復工法の選定や設計のために、地盤調査が必要。 ・べた基礎の注意点は、基礎掘削中の掘削の範囲を確認する。一見、床スラブがありベタ基礎のようにも、掘削のために厚さ5cm程度のコンクリートを打設しているだけで、構造上には、布基礎である場合があるので注意が必要。 ・いすれも、掘削などで、掘削した土は速乾施工することで、若干のコスト削減が可能と思われる。 ・近隣建築物の沈下・傾斜などを誘発しない工夫、今後の近隣建築物の沈下傾斜修復工事に影響を及ぼさない工夫を慎重に選択する必要がある。 ・いすれも、掘削などの技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で、技術的に大きな差がある。 			

※上記の図は、小規模建築物基礎設計指針(日本建築学会)、民間企業のパンフレット、ホームページより転載させていただきました。

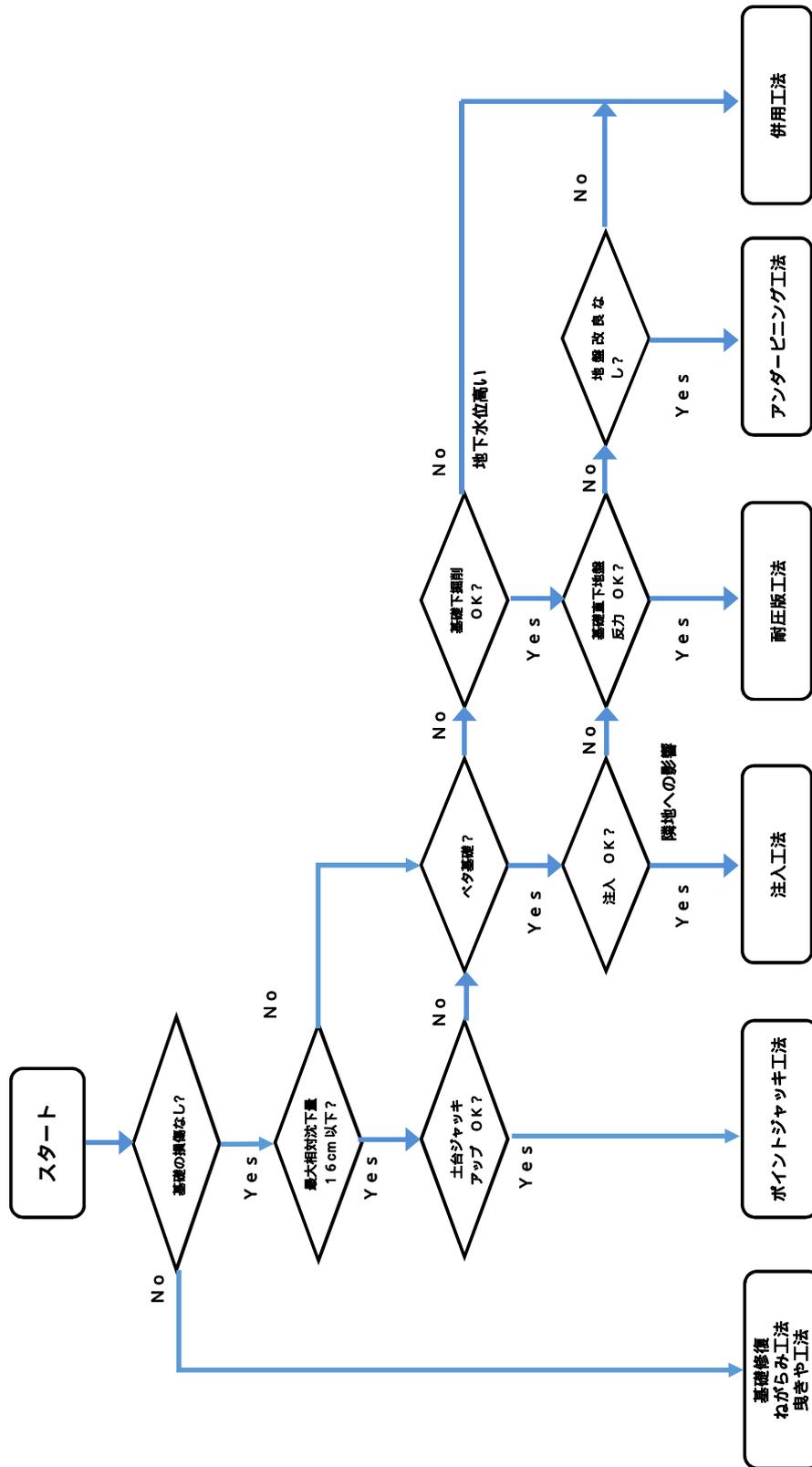


図 15-1 沈下傾斜修復工法の選定フロー

2. 液状化被災住宅の沈下傾斜修復工事における留意点

(1) 建物と基礎の構造仕様の確認

建物：木造、ツーバイフォー、鉄骨造、コンクリート造など **【図2.参照】**

- ・建物の構造の違いで建物の荷重や荷重のかかり方が異なります。

基礎：べた基礎、有筋の布基礎、無筋の布基礎など **【図3.参照】**

- ・基礎の仕様によって沈下傾斜修復工法の選択条件が異なります。
 - ・基礎に鉄筋が入っているかどうかは、ジャッキアップには不可欠な情報です。
- ※床下がコンクリートで覆われている場合でも、べた基礎とは限らず強度の無い防湿コンクリートの場合があるので、注意が必要です。

※基礎の仕様は、建築時の設計図書で確認しますが、図書がない場合は、建築年によって確認できる場合もあります。 **【図4.参照】**

- ・ジャッキアップする際に、基礎梁（立上がり部分）の鉄筋量によって支持する間隔が決まります。

※基礎の高さが60cm程度で、主筋（基礎の立上がり部の上下の鉄筋）がD13の場合、概ね2.5m間隔以下です。

- ・基礎の位置と建物の壁の位置によって、ジャッキの支持位置が決まります。

地盤補強：表層改良、柱状改良、鋼管杭など

- ・地盤補強が施工されている場合は、その工法によって、沈下傾斜修復工法の選定や費用が異なってきます。

(2) 被災度調査の実施

現況測量：沈下傾斜の分類

- ・基礎の天端（上面）または、1階床上のレベルを測量し、建物が一体で傾斜しているのか、変形して傾斜しているのかを確認します。 **【図5.参照】**
- ・傾斜の種類によって、基礎の健全性や修復方法が異なります。

(3) 地盤調査の実施

サウンディング試験：スウェーデン式サウンディング試験や標準貫入試験など

- ・地盤調査を実施します。調査の結果によっては、採用できない沈下傾斜修復工法もあります。

※建築時に実施した地盤調査資料があっても、被災後に地盤の強度が低下していることもありますので、沈下傾斜修復工法選定前に実施します。



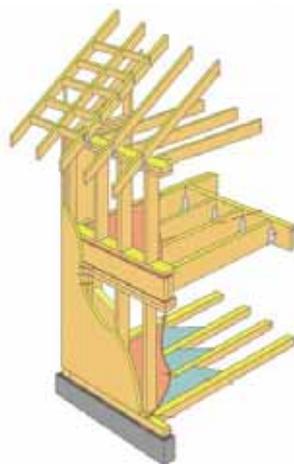
在来工法(木造軸組み工法)

- 構造体は木材。
- 柱や梁・筋交いなどの骨組みで荷重を支える。
- 筋交いによる耐力壁のほかに、構造用合板を用いて「面」で支える工法も増えている。
- 柱や梁を露出させた「真壁」と、仕上げ材で覆う「大壁」の2種類に大きく分けられる。



鉄骨ブレース工法

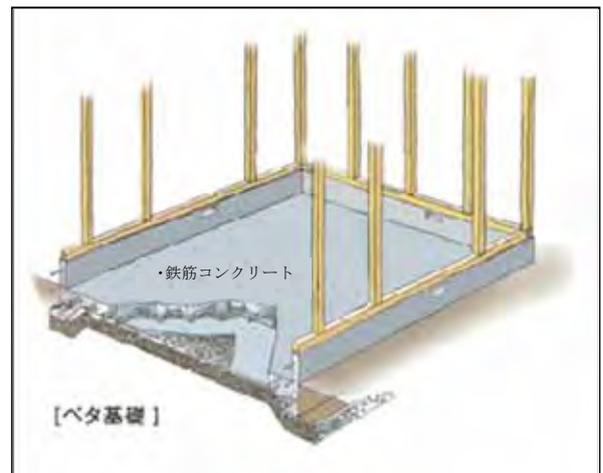
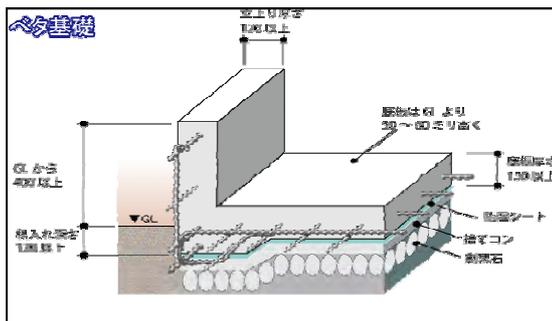
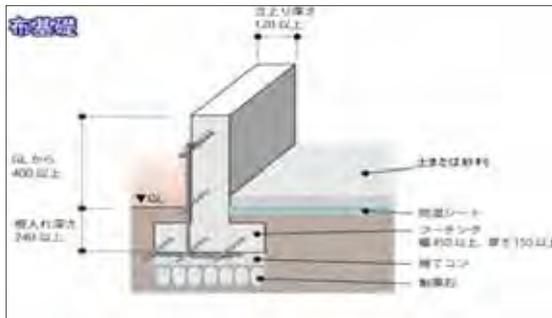
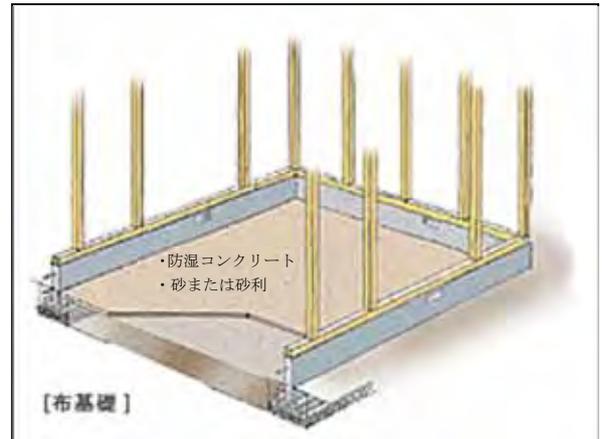
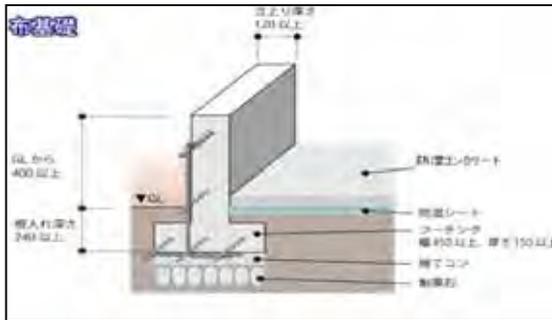
- 構造体は主に軽量鉄骨。
- 鉄骨の柱や梁に外壁パネルを取り付ける。
- ブレース(筋交い)を入れた耐力壁により、建物を支持する。
- 錆への対策を怠らなければ、耐久性もすぐれる。



ツーバイフォー工法

- 構造体は木造。
- 2インチ×4インチの材料を基準として、規格の大きさ数種類の組み合わせで、家の骨組みを構成します。
- 構造用合板を用いて、「面」で支える工法。
- 工業化が可能な工法。

図 15-2 建物の構造の例



床下がコンクリートで覆われている場合は、設計図等で、べた基礎か布基礎（防湿コンクリート有）かを確認する必要がある。設計図等が無い場合は、ドリル等で穴を開けコンクリートの厚さを確認し、べた基礎であることを確認する必要がある。

図 15-3 基礎の構造の例

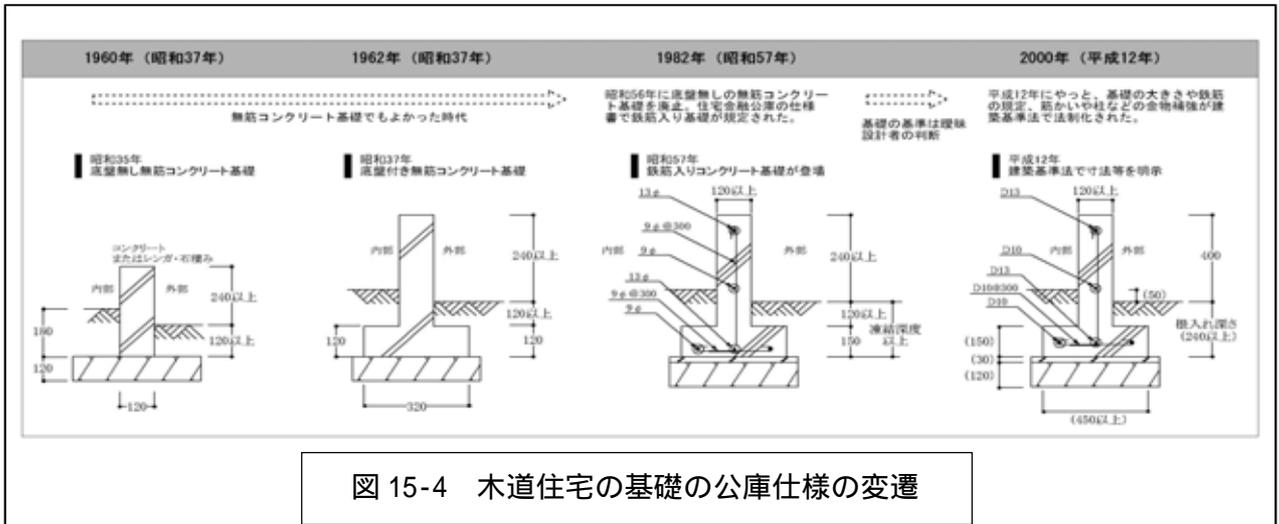


図 15-4 木道住宅の基礎の公庫仕様の変遷

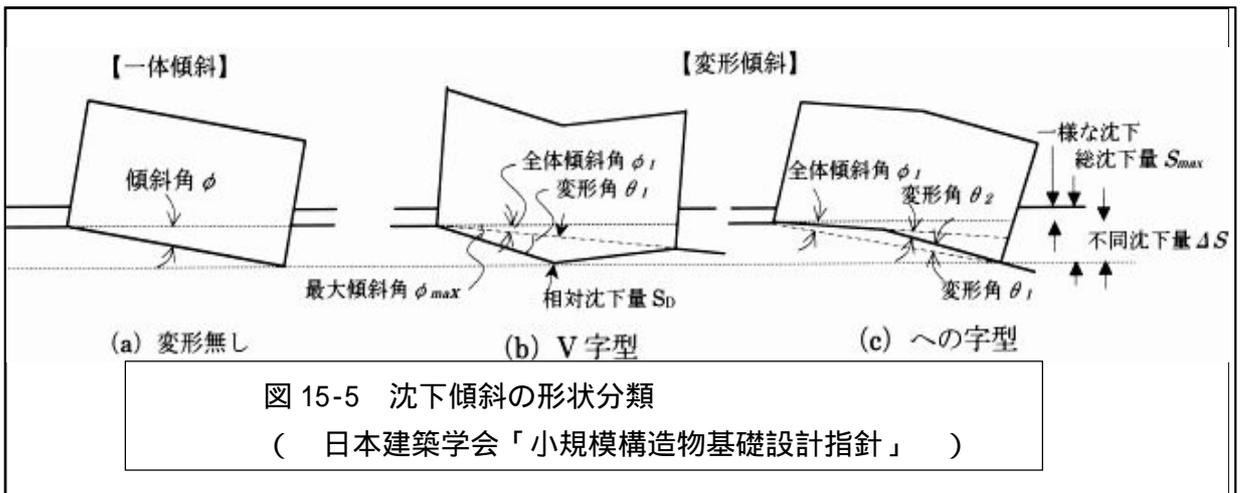


図 15-5 沈下傾斜の形状分類

(日本建築学会「小規模構造物基礎設計指針」)

参考資料- 1 5 (2)

住宅建屋の基礎沈下傾斜修復工法

出典：平成 14 年度 住宅紛争処理技術関連資料集（新築住宅用）木造住宅
（在来組工法・枠組壁工法）「補修方法欄」、平成 14 年 10 月
公益財団法人 住宅リフォーム・紛争処理支援センター
<https://www.chord.or.jp/reference/sr/hs/t/LIST-T1-K-1.html?ref=y>
(一部修正)

第Ⅱ章 在来軸組工法 不具合事象の原因別補修方法リスト

木造(軸組)	基礎の沈下(K-1)
--------	------------

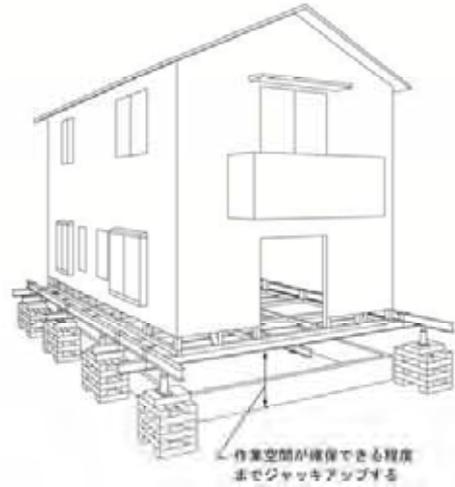
原因	不具合事象の発生している基礎の種類	補修方法	シートNo. (シートNo.群)	補修工事の特性	居住条件
地盤条件の設定過程の不良 ・ 地盤条件設定値の不適合 ・ 施工方法の不良	布基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1	K1-1 は沈下した既設基礎を取り壊し、現況支持地盤に見合った基礎につくり直す工法である。 K1-2 は表層より下の支持地盤に対して鋼管で支持する工法であり、 K1-5 は耐圧版を設け直接支持する工法である。 K1-3, K1-4 は表層の地盤に接地する直接基礎の底盤面積を拡大する工法である。 K1-6, K1-7 は沈下が沈静化している既設基礎の上端の高さを調整して建物の傾きを直す工法である。 いずれも専門家により、現況の地盤及び基礎の状況を調査等により把握し、現況の地盤に適合した基礎とすることが重要である。	A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		布基礎をべた基礎に変更	K1-3		A
		布基礎底盤の拡大	K1-4		A
		基礎のジャッキアップ +耐圧版工法	K1-5		C
		土台のジャッキアップ+ 土台と基礎の間にモルタル充填	K1-6		B
		土台のジャッキアップ +基礎天端レベル調整	K1-7		A
	べた基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1	K1-1 は沈下した既設基礎を取り壊し、現況支持地盤に見合った基礎につくり直す工法である。 K1-2 は表層より下の支持地盤に対して鋼管で支持する工法であり、 K1-5 は耐圧版を設け直接支持する工法である。 K1-6, K1-7 は沈下が沈静化している既設基礎の上端の高さを調整して建物の傾きを直す工法である。 K1-8 は基礎下地盤にグラウトを注入し、地盤を隆起させることにより建物を持ち上げる工法である。 いずれも専門家により、現況の地盤及び基礎の状況を調査等により把握し、現況の地盤に適合した基礎とすることが重要である。	A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		基礎のジャッキアップ +耐圧版工法	K1-5		C
		土台のジャッキアップ+ 土台と基礎の間にモルタル充填	K1-6		B
		土台のジャッキアップ +基礎天端レベル調整	K1-7		A
		グラウト注入工法	K1-8		C

原因	不具合事象の発生している基礎の種類	補修方法	シートNo. (シートNo.群)	補修工事の特性	居住条件
基礎形式選定の不適合	布基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1	<p>K1-1 は沈下した既設基礎を取り壊し、現況支持地盤に見合った基礎につくり直す工法である。</p> <p>K1-2 は表層より下の支持地盤に対して鋼管で支持する工法である。</p> <p>K1-3 は表層の地盤に接地する直接基礎の底盤の面積を拡大する工法である。</p> <p>いずれも専門家により、現況の地盤及び基礎の状況を調査等により把握し、現況の地盤に適合した基礎とすることが重要である。</p>	A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		布基礎をべた基礎に変更	K1-3		A
	べた基礎	基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		グラウト注入工法	K1-8		C
基礎の断面寸法の不足 ・ 基礎の配置・間隔の不良	布基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1	<p>K1-3 K1-4 は表層の地盤に接地する直接基礎の底盤面積を拡大する工法である。</p> <p>K1-2 は表層より下の支持地盤に対して鋼管で支持する工法であり、K1-5 は耐圧版を設け直接支持する工法である。</p> <p>K1-1 は沈下した既設基礎を取り壊し、現況支持地盤に見合った基礎につくり直す工法である。</p> <p>いずれも専門家により、現況の地盤及び基礎の状況を調査等により把握し、現況の地盤に適合した基礎とすることが重要である。</p>	A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		布基礎をべた基礎に変更	K1-3		A
		布基礎底盤の拡大	K1-4		A
		基礎のジャッキアップ +耐圧版工法	K1-5		C
材料の選択不良	布基礎 ・ べた基礎	—	—	(専門家と個別に相談を行い、補修方法を決定する。)	—

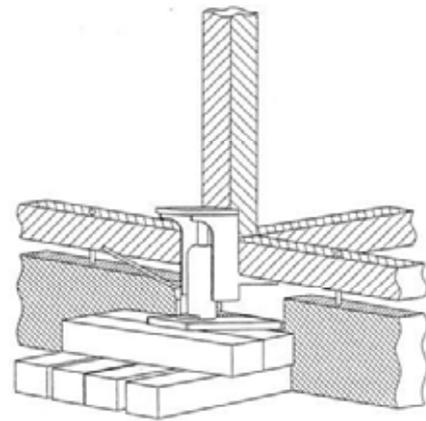
原因	不具合事象の発生している基礎の種類	補修方法	シートNo. (シートNo群)	補修工事の特性	居住条件
敷地地盤等の変状	布基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1	敷地地盤の変状による基礎の沈下に対しては、敷地地盤を再施工、又は補強、修復し、地盤を安定させた上で左記のいずれかの補修方法を適用する。既設擁壁に対する建物位置等が不適切な場合には鋼管圧入(K1-2)や深く根入れした直接基礎の再施工(K1-1)が考えられる。 いずれも専門家により、現況の地盤及び基礎の状況を調査等により把握し、現況の地盤に適合した基礎とすることが重要である。	A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		布基礎をべた基礎に変更	K1-3		A
		布基礎底盤の拡大	K1-4		A
		基礎のジャッキアップ +耐圧版工法	K1-5		C
	べた基礎	土台のジャッキアップ +基礎の再施工	K1-1		A
		基礎のジャッキアップ +鋼管圧入工法	K1-2		C
		基礎のジャッキアップ +耐圧版工法	K1-5		C
		グラウト注入工法	K1-8		C

第三章 在来軸組工法 補修方法の内容の解説

1. 工事名称 工事 NO	土台のジャッキアップ+基礎の再施工		K-1-1
2. 工事概要	<p>基礎と土台から上の上部躯体を分離し、土台の下に建物をジャッキアップする際に必要とする鋼材を渡し込み、上部躯体をジャッキアップしたうえで、既設基礎を撤去し、適切な布基礎またはべた基礎を設置した後、上部躯体を据え付け直す工法である。</p>		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式選定の不適合 ・基礎の断面寸法・配筋方法の不良 ・基礎の配置・間隔不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 ・基礎の補強筋の不良 ・床下換気口補強等の不良 ・コンクリートの打設・養生不良 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度を確認し、再施工する基礎の構造方法が建基法告示平 12 建告第 1347 号「建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件」に規定する基準を満たすものであること。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・既設の基礎が直接基礎であること。 ・建物の周囲に建物をジャッキアップする際に必要とする鋼材の搬出入に必要なスペースが確保できること。*1 ・補強に伴う荷重の変動を考慮した長期荷重によって既存の架構に生ずる力が長期許容応力度内に収まっていること。 		



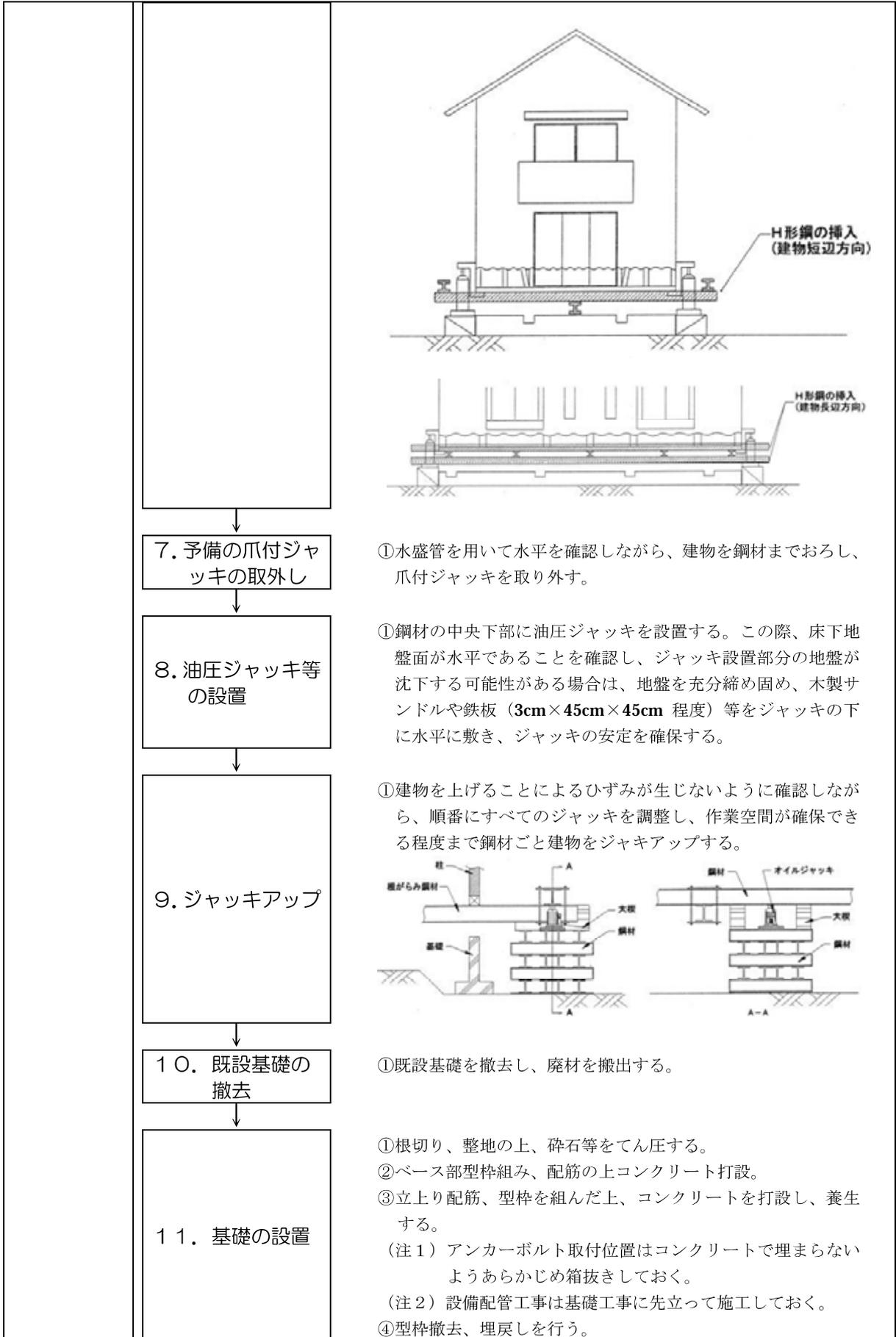
根がらみ材によるジャッキアップの例



爪付ジャッキによる予備ジャッキアップの例

<p>5. 工事手順 の例</p>	<p>1. 事前調査</p>	<p>①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。 ②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立て、工期を決定する。</p>
	<p>2. 仕上材等の撤去</p>	<p>以下の部位を撤去し、土台及び床下地盤を露出させる。 ①台所流し、洗面台、便器等の設備器具の一時取外し。 ②内装材、外装材の必要な範囲。（ジャッキアップ等の変形を避けるため、部材撤去後の強度に留意し、必要に応じ補強を行なう。） ③建物外周部の壁、および土台に接する内部の壁における仕上げ材、下地板等。（基礎に土台を固定するナットの取外し、取付けに必要な範囲） ④電気配線、給排水・ガス等の設備配管の切断・先止め。</p>
	<p>3. 基礎と土台の切り離し</p>	<p>①基礎と土台を緊結しているアンカーボルトのナットを取り外す。またはボルトの切断、定着部基礎の解体等、適切な方法を選択し、基礎と土台を切り離す。</p>
	<p>4. 予備の爪付ジャッキ等の設置（*2）</p>	<p>①すべての床下換気口及び火打ち土台部分に爪付ジャッキを設置する。 この際、床下地盤面が水平であることを確認し、ジャッキ設置部分の地盤が沈下する可能性がある場合は、地盤の表面をランマー等で充分締め固め、木製サンドル（50 cm程度の角材）や鉄板（3cm×45cm×45cm程度）等をジャッキの下に敷き、ジャッキ根元を安定させる。</p>
	<p>5. 鋼材設置のための予備ジャッキアップ（*2）</p>	<p>①水盛管等を用いて建物全体が均等に上がるよう確認しながら、5 mm程度づつ順番にすべてのジャッキを調整しながら20cm程度までジャッキアップする。（ジャッキ底部分が安定しているか注意が必要。）</p>
	<p>6. 鋼材の設置</p>	<p>①建物全体に鋼材（H形鋼）もしくは鉄道用レールを基礎天端と土台の間に井桁状に挟み込む。</p>





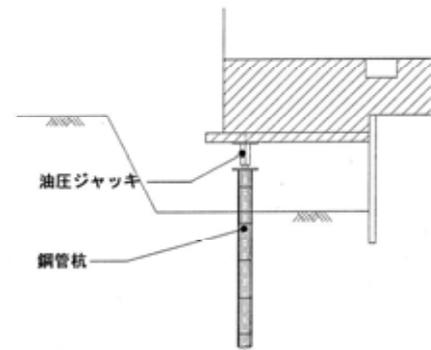
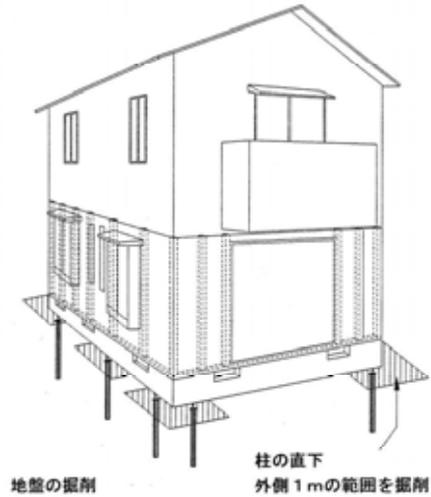
	<p>12. 基礎天端の水平確認</p> <p>13. H形鋼及びジャッキの撤去</p> <p>14. 土台の設置</p> <p>15. 箱抜き部分のコンクリート打設</p> <p>16. アンカーボルトによる土台の緊結</p> <p>17. 仕上材及び下地材等の復旧</p> <p>18. 最終確認</p>	<p>①水盛管等を用いて、基礎天端のレベルを計測し、水平であることを確認する。</p> <p>①4～9の手順を逆に進めて爪付ジャッキを再セットし、H形鋼を抜き取る。</p> <p>①建物の土台より上部にひずみが生じないように 5mm 程度づつ順番に、爪付ジャッキを調節しながら基礎に土台を設置する。</p> <p>①土台ボルト穴に合わせアンカーボルトをセットし、基礎鉄筋と溶接する。 ②箱抜き部分のコンクリート打設、養生。 ③束石、束柱を設置する。</p> <p>①アンカーボルトにナットを取付け、十分に締め付ける。</p> <p>以下の部分を復旧する。 ①1階床におけるすべての床根太、下地材および仕上材。 ②建物外周部の壁および土台に接する内部の壁における下地材、仕上材等。 ③電気、給排水・ガスの配管、接続。 ④台所流し等の設備機器の再取り付け。</p> <p>①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。 ②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。</p>
<p>6. 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・工事中に仮住まいの確保が必要である。 ・工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 ・既設の基礎が擁壁に近接している場合は、注意して補修すること。 ・擁壁を併せて補修する場合には、擁壁に有害な損傷、変形及び沈下が生じないように安全性を確認すること。（建基法令第142条及び建基法告示平12建告第1449号「煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件」参照） ・あと施工アンカーを用いて補修を行う場合は平成13国交告第1024号「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件」に適合する必要がある。 *1 短い鋼材を現場でボルト接合し、必要な長さにし、使用することも可能である。 ・また、建設住宅性能評価書を交付された住宅で該当する等級が2以上のものでは、再施工する基礎の配筋及び各部寸法は、原則として品確法告示平13第1347号第5の1「構造の安定に関する事」の基準を満たすこと。 	

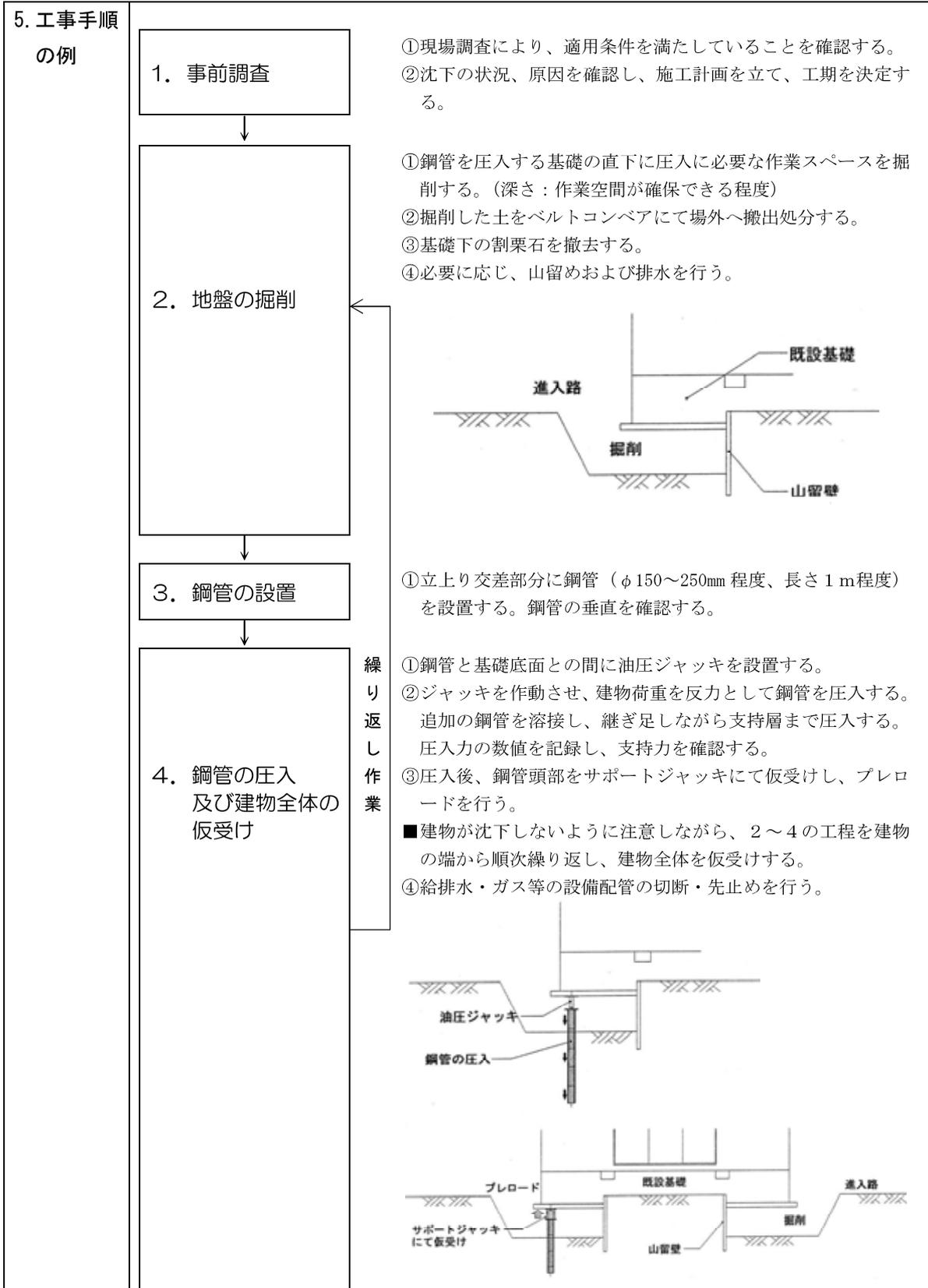
	<p>* 2 工事手順4. と5. を省略し、基礎立上りを部分的に壊して工事手順6. からジャッキアップする方法もある。この場合の工事手順6. は次の順序となる。</p> <p>①根がらみ材（H 鋼または鉄道用レール）を建物短辺方向に挿入するため、挿入箇所の基礎をはつる。</p> <p>②根がらみ材を土台下に挿入し、根がらみ材と土台をワイヤーロープ等で緊結する。</p> <p>③長辺方向に根がらみ材を渡し根がらみ材を井桁に組み上げる。</p>
--	---

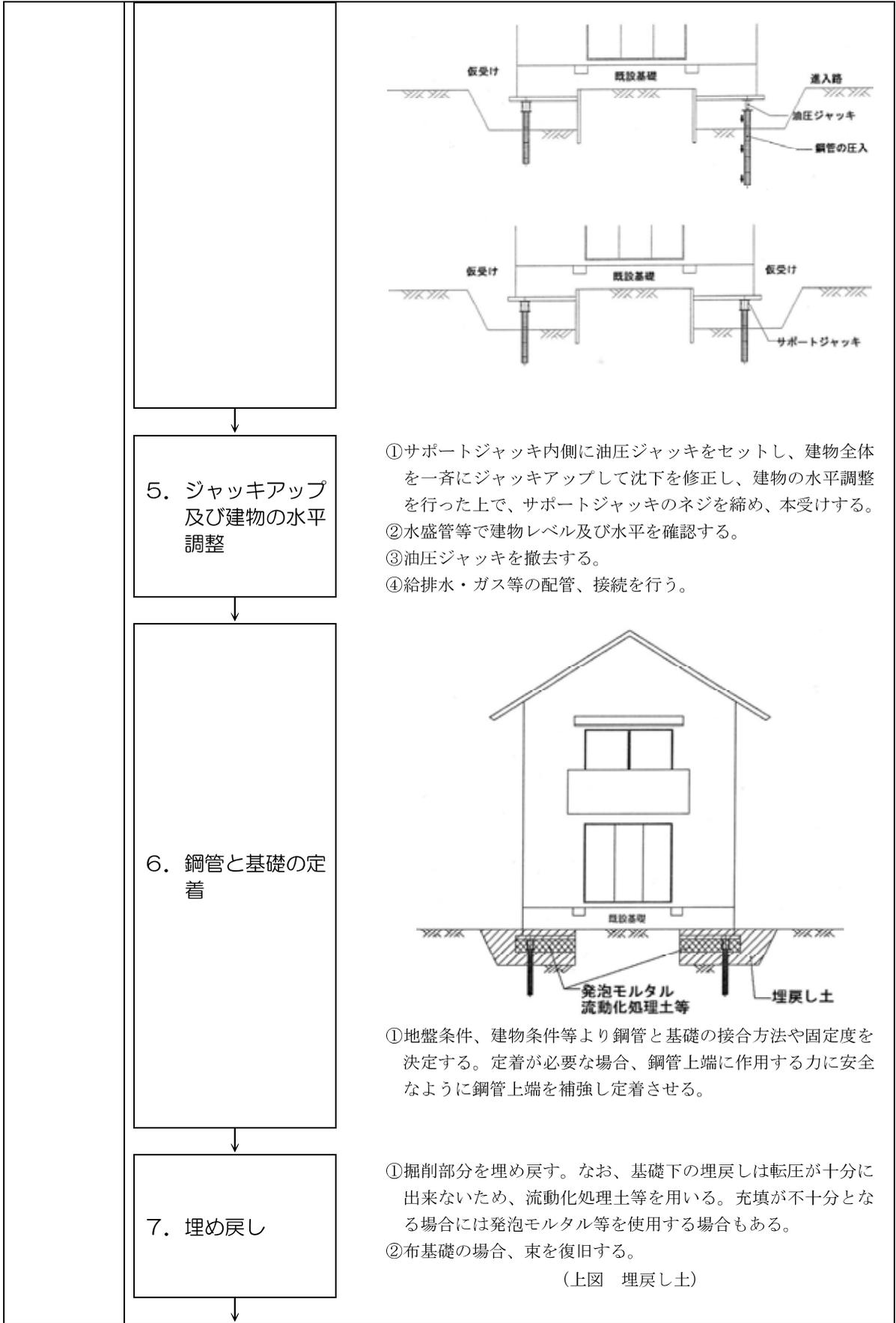
<参考文献>

No.	書名〔該当箇所〕（監修）	編著者	発行所
1	建築技術 1995年9月号 [p116～117]	間瀬哲	(株)建築技術
2	建築技術 2012年2月号 [p128～129]	伊奈潔	(株)建築技術
3	「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」	国土交通省住宅局 建築指導課	国土交通省 HP http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000040.html

1. 工事名称 工事 NO	基礎のジャッキアップ+鋼管圧入工法		K-1-2
2. 工事概要	<p>基礎の下にジャッキをセットし、建物荷重を反力として鋼管を支持層まで圧入する。必要箇所の圧入が完了後、圧入した鋼管の支持力を反力として建物をジャッキアップする工法である。</p>		
3. 対応する 不具合と 原因	<p>不具合 原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式選定の不適合 ・基礎の断面寸法・配筋方法の不良 ・基礎の配置・間隔不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼管を杭として用いる場合は、当該杭の構造方法が建基法告示平 12 建告第 1347 号「建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件」第一第 2 号の基準を満たすものであること。ただし、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられる場合にあつては、この限りでない。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・既設の基礎が直接基礎であり、地表部分の地盤では十分な反力が確保できない場合に適用する。 ・敷地内に進入口を確保できるスペースがあること。 ・補強に伴う荷重の変動を考慮した長期荷重によって既存の架構に生ずる力が長期許容応力度内に収まっており、原則として躯体コンクリートに不良箇所がない場合に適用が可能である。 		





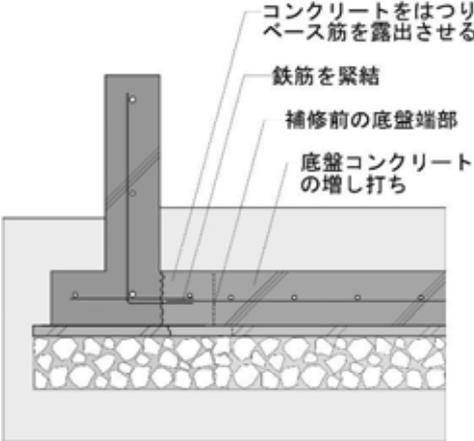


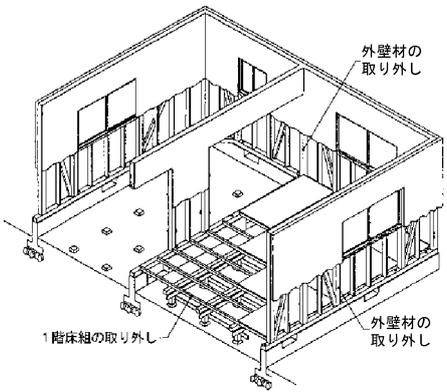
	<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">8. 最終確認</div> <ul style="list-style-type: none"> ①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。 ②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。
6. 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼管圧入工法は、圧入のための反力として建物荷重を利用するので圧入力に限度があるが、圧入時には圧力計により圧入力を読みとることが可能であり、載荷試験のように支持力の確認ができる利点（通常の載荷試験とは異なり完全なものではないが）がある。 ・工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 ・施工は、ほぼ基礎下のみであり、設備配管等の盛替えにより、建物を平常通り使用しながらの施工も可能な場合がある。 ・施工に際しては以下の条件も重要である。 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎下掘削用の進入口が確保できること。 ・基礎下掘削時に地下水の多量な湧水が生じない地盤であること。 ・基礎に変形に伴うひび割れ等がないこと。（* 1） ・既設の基礎が擁壁に近接している場合は、注意して補修すること。 ・擁壁を併せて補修する場合には、擁壁に有害な損傷、変形及び沈下が生じないように安全性を確認すること。（建基法令第 142 条及び建基法告示平 12 建告第 1449 号「煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件」参照） * 1 布基礎の補強は、鋼材等で補強するか 15 cm 程度のスラブコンクリートの増し打ち、及び既設布基礎のベース部分とスラブコンクリートの間にハンチを設ける等が考えられる。基礎の補強を行なう場合は、1 階床の取り外しが必要となることが多く、この場合は、仮移転が必要となる可能性が高い。 ・また、建設住宅性能評価書を交付された住宅で該当する等級が 2 以上のものでは、補修された基礎は、原則として品確法告示平 13 第 1347 号第 5 の 1「構造の安定に関する事」の基準を満たすこと。

	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼管を継ぎ足す場合、耐力低下が生じないような継ぎ手溶接を行い、鉛直精度を確保するような施工が必要である。 ・打ち止めは圧力計により支持力を確認すると共にリバウンド量を観測し適切に判断する。 ・鋼管が柱下に設置できない場合、または鋼管の設置間隔によっては、基礎梁に生じる曲げせん断力による安全性を確認する。 ・あと施工アンカーを用いて補修を行う場合は平成 13 国交告第 1024 号「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件」に適合する必要がある。 ・べた基礎の場合は、基礎外周部等に本シートの工法を用い、内部の底盤下部にウレタン樹脂を注入して沈下修正する併用工法もある。（参考：参考文献 1）
--	--

<参考文献>

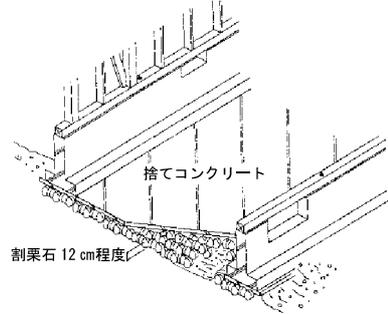
No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
1	建築技術 2012 年 2 月号 [p132～133, 158～161]	小池浩・永野貴麗、伊藤茂雄	(株)建築技術
2	「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」	国土交通省住宅局建築指導課	国土交通省 HP http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000040.html

1. 工事名称 工事 NO	布基礎をべた基礎に変更（基礎天端レベル調整）		K-1-3
2. 工事概要	<p>基礎荷重の作用面積を増大させることにより接地圧を減少させ、沈下の進行を止めるために、布基礎の内側の底盤コンクリートを増し打ちする方法である。沈下の修正は、「土台のジャッキアップ+基礎天端レベル調整（K-1-7）」による。</p>		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式選定の不適合 ・基礎の断面寸法の不良 ・基礎の配置・間隔不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度が 20kN/m²以上であることを確認し、変更後のべた基礎の構造方法が建基法告示平 12 建告第 1347 号「建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件」第一第 3 号の一から五までの基準を満たすものであること。ただし、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられる場合にあつては、この限りでない。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・既設の基礎が布基礎であること。 ・技術的詳細については専門家に相談すること。 		

<p>5. 工事手順の例</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">1. 事前調査</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">2. 仕上材等の撤去</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">3. 床下の地盤の掘削</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">4. 基礎底盤のはつり</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。</p> <p>②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立て、工期を決定する。</p> <p>③地中梁の配筋を必ず確認すること（特に建物内部基礎の立ち上がり部分の配筋）。</p> <p>以下の部材等を撤去し、土台及び床下の地盤を露出させる。</p> <p>①台所流し、洗面台、便器等の設備器具の一時取り外し。</p> <p>②内装材、外装材の必要な範囲。（ジャッキアップ等の変形を避けるため、部材撤去後の強度に留意し、必要に応じ補強を行なう。）</p> <p>③建物外周部の壁、及び土台に接する内部の壁における仕上材、下地板等。（基礎に土台を固定するナットの取外し、取付けに必要な範囲。）</p> <p>④給排水・ガス等の設備配管の切断・先止め。</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <p>次の方法により、床下の地盤を掘削する。</p> <p>①床下の地盤全面を基礎底盤の深さまで掘削し、基礎底盤を露出させる。</p> <p>②基礎底盤の内側の床下の地盤全面を、既存基礎底盤より 15 cm程度深く掘削する。</p> <p>①床下側の基礎底盤におけるコンクリートをはつり、ベース主筋を露出させる。はつった部分に付着した破片等の除去作業を行う。</p>
---	--

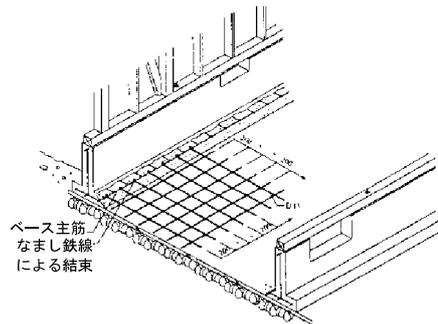
5. 床下の地盤の突き固め・捨てコンクリートの打設

- 次の方法により、基礎底盤の補強工事の準備を行う。
- ①基礎底盤の内側部分全面に割栗石、砕石等を深さ 12cm 程度敷き詰め、ランマーを用いて突き固める。
 - ②突き固めた上に捨てコンクリートを打設する。



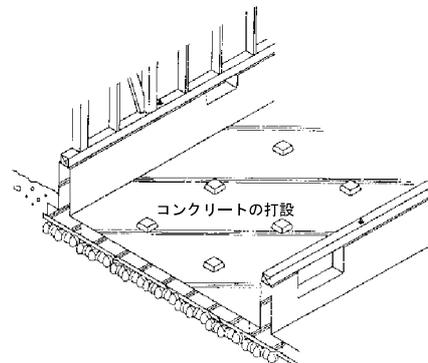
6. 底盤部分の配筋

- ①基礎底盤の内側に、格子状に底盤用の配筋（D13@200 程度）を行う。
 - ・配筋端部をL形に曲げ、ベース主筋との定着をとるなど、既設の基礎と増し打ちした底盤を充分に一体化させる。



7. コンクリートの打設及び養生

- ①基礎底盤の内側で配筋を行った部分に、既設の基礎底盤の高さまでコンクリートを打設する。



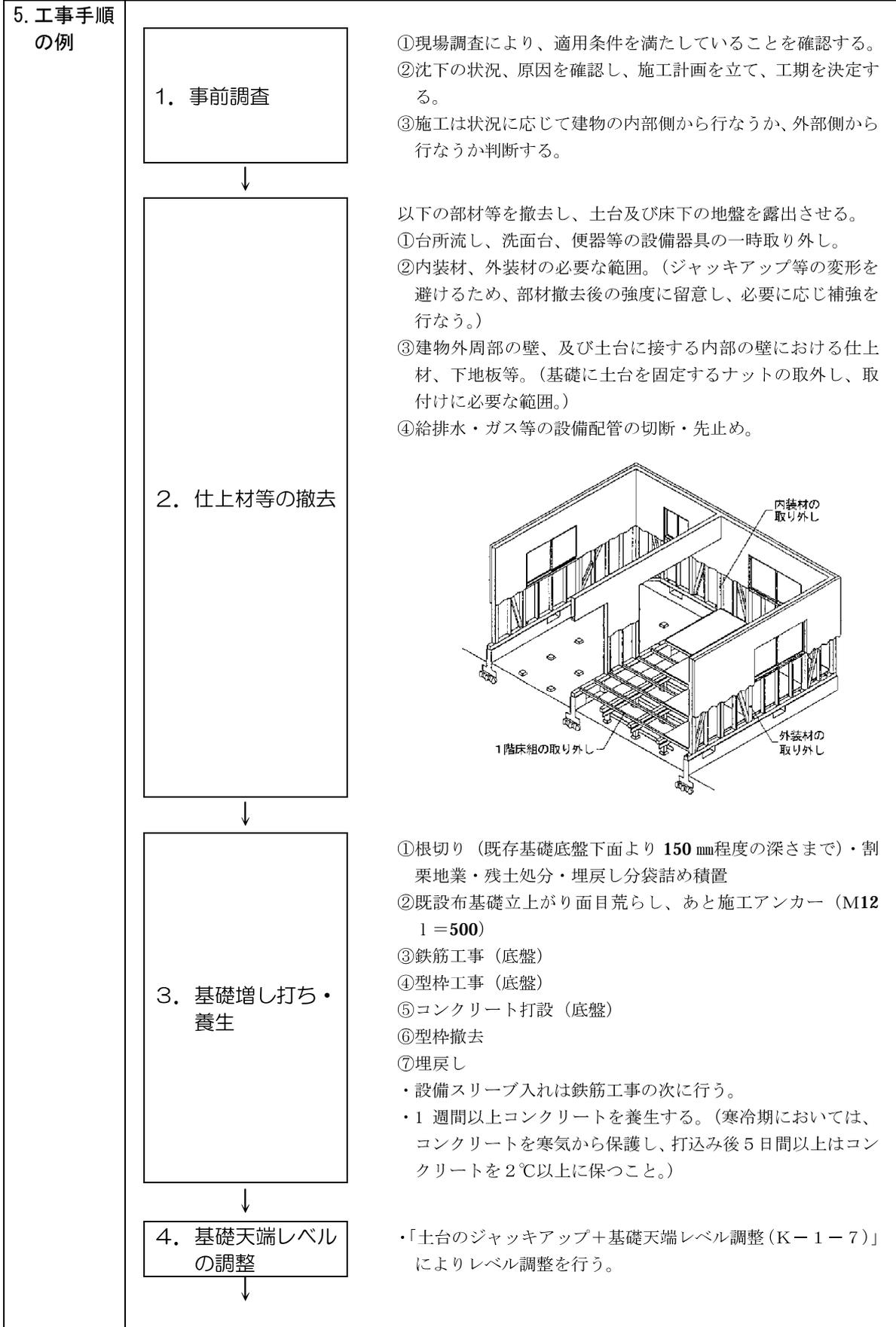
- ② 1週間以上コンクリートを養生する。（寒冷期においては、コンクリートを寒気から保護し、打込み後5日間以上はコンクリートを2℃以上に保つこと。）

	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">8. 基礎天端レベル調整</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">9. 仕上材等の復旧</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">10. 最終確認</div> </div> <p>①「土台のジャッキアップ+基礎天端レベル調整（K-1-7）」により、レベル調整を行う。</p> <p>以下の部分を復旧する。</p> <p>①1階床におけるすべての束、大引き、床根太、下地板及び仕上材。 ②建物外周部の壁および土台に接する内部の壁における下地板、仕上材等。 ③給排水・ガス管の配管、接続。 ④台所流し等の設備器具の再取付け。</p> <p>①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。 ②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。</p>
6. 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・工事中に仮住まいの確保が必要である。 ・工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 ・既設の基礎が擁壁に近接している場合は、注意して補修すること。 ・擁壁を併せて補修する場合には、擁壁に有害な損傷、変形及び沈下が生じないように安全性を確認すること。（建基法令第142条及び建基法告示平12建告第1449号「煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件」参照） ・また、建設住宅性能評価書を交付された住宅で該当する等級が2以上のものでは、補修された基礎は、原則として品確法告示平13第1347号第5の1「構造の安定に関する事」の基準を満たすこと。

<参考文献>

No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
1	木造の詳細 1 構造編 新訂三版 [p120]	(株) 彰国社	(株) 彰国社(2008年発行)

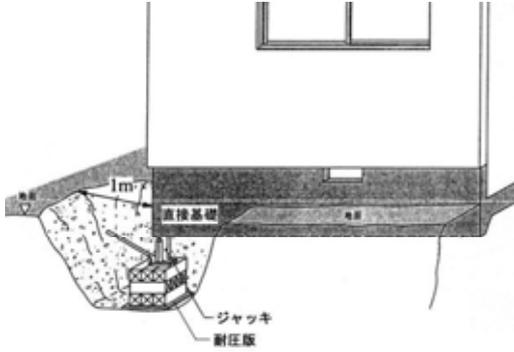
1. 工事名称 工事 NO	布基礎底盤の拡大（基礎の天端レベル調整）		K-1-4
2. 工事概要	<p>基礎荷重の作用面積を増大させることにより接地圧を減少させるために、既設の布基礎にL形の断面形状を持つコンクリートを増し打ちし、沈下の進行を止める方法である。沈下の修正は、「土台のジャッキアップ+基礎天端レベル調整（K-1-7）」による。</p>		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式選定の不適合 ・基礎の断面寸法の不良 ・基礎の配置、間隔不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度が 30kN/m^2 以上であることを確認し、変更後の布基礎の底盤の幅が建基法告示平 12 建告第 1347 号「建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件」第一第 4 号の一及び二の基準を満たすものであること。ただし、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられる場合にあつては、この限りでない。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・既設の基礎が布基礎であること。 ・補強に伴う荷重の変動を考慮した長期荷重によって既存の架構に生ずる力が長期許容応力度内に収まっており、原則として躯体コンクリートに不良箇所がない場合に適用が可能である。 ・技術的詳細については、専門家に相談すること。 		

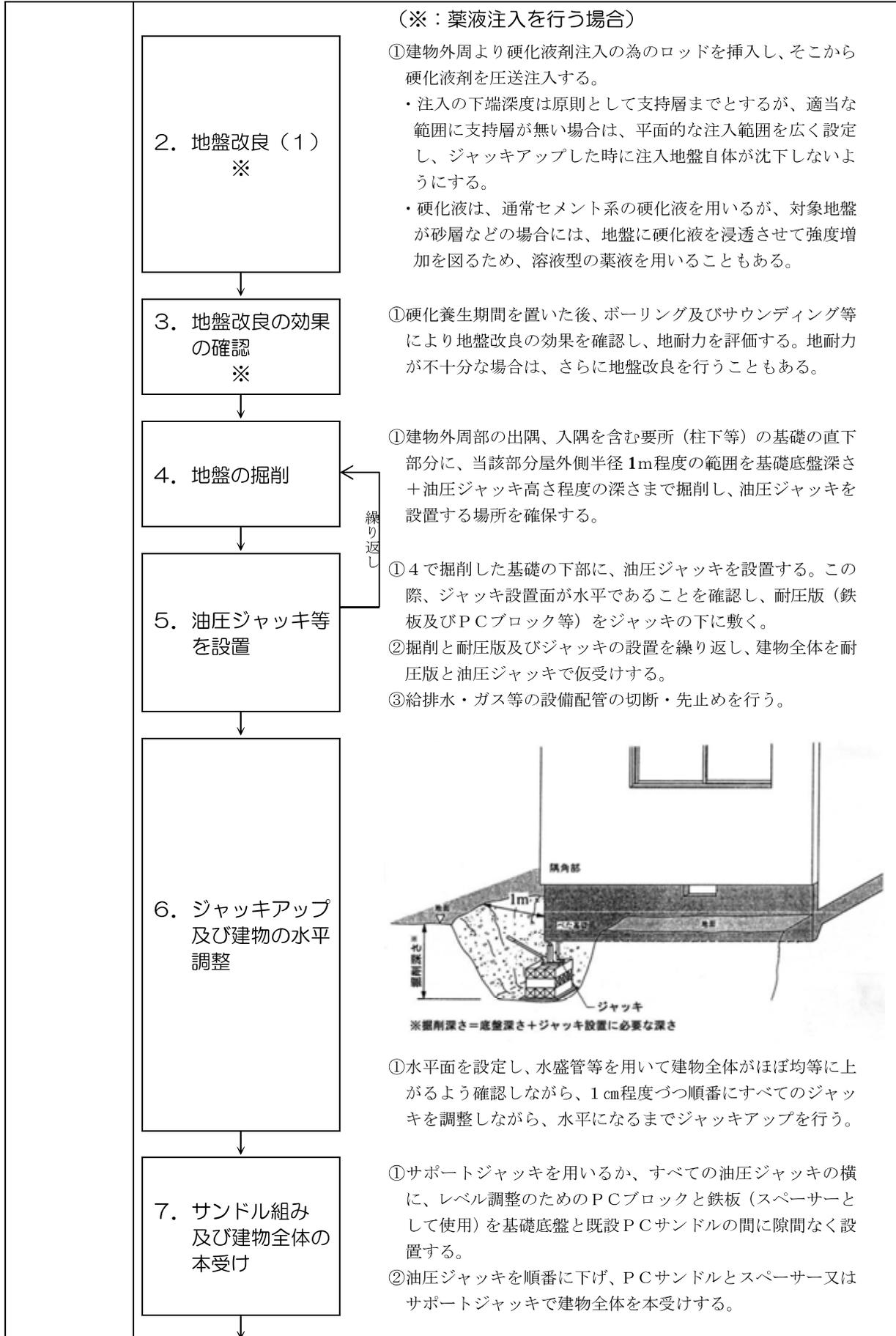


	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">5. 仕上材等の復旧</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">6. 最終確認</div>	<p>以下の部分を復旧する。</p> <p>①1階床におけるすべての束、大引き、床根太、下地材及び仕上材。</p> <p>②建物外周部の壁及び土台に接する内部の壁における下地板、仕上材等。</p> <p>③給排水・ガス管の配管、接続。</p> <p>④台所流し等の設備器具の再取付け。</p> <p>①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。</p> <p>②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。</p>
6. 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事中に仮住まいの確保が必要である。 ・ 工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・ ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 ・ 既設の基礎が擁壁に近接している場合は、注意して補修すること。 ・ 擁壁を併せて補修する場合には、擁壁に有害な損傷、変形及び沈下が生じないように安全性を確認すること。（建基法令第142条及び建基法告示平12建告第1449号「煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件」参照） ・ また、建設住宅性能評価書を交付された住宅で該当する等級が2以上のものでは、補修された基礎は、原則として品確法告示平13第1347号第5の1「構造の安定に関すること」の基準を満たすこと。 ・ あと施工アンカーを用いて補修を行う場合は平成13国交告第1024号「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件」に適合する必要がある。 	

<参考文献>

No.	書名〔該当箇所〕（監修）	編著者	発行所
1	「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」	国土交通省住宅局建築指導課	国土交通省 HP http://www.mlit.go.jp/jutaku_kentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000040.html

1. 工事名称 工事 NO	基礎のジャッキアップ+耐圧版工法		K-1-5
2. 工事概要	<p>直接基礎の下に耐圧版を設置し、これを反力として利用し、建物を基礎からジャッキアップする工法である。薬液注入によって地盤を補強する必要が生じる場合もある。</p>		 <p>耐圧版工法の例</p>
3. 対応する不具合と原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式の選定の不適合 ・基礎の断面寸法の不足 ・基礎の配置・間隔不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度を確認し、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられること。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・既設の基礎が直接基礎であること。 ・掘削及び薬液注入に必要なスペース（建物回り 2.5m 程度）があること。 		 <p>薬液注入を行う場合の例</p>
5. 工事手順の例	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content;"> <p>1. 事前調査</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<ol style="list-style-type: none"> ①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。 ②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立て、工期を決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・既往の地質調査結果などを良く理解し、支持層の深さ、また適当な深さの範囲に支持層を確認することができない場合は、油圧ジャッキの基礎部分の地盤について強度と性状を把握する。 	

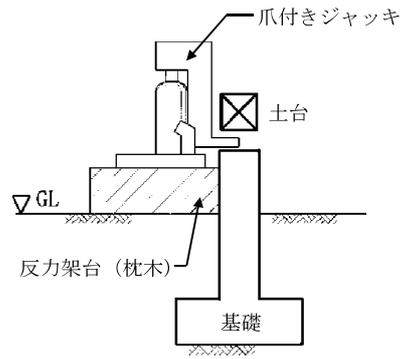
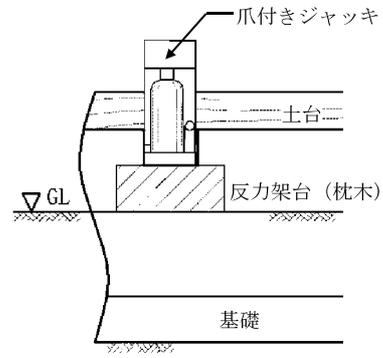


	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">8. 油圧ジャッキの撤去</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">9. 基礎下充填工事</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">10. 埋戻し</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">11. 地盤改良(2) ※</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">12. 最終確認</div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>①水盛管等で水平レベルを確認し、油圧ジャッキを取り外す。 なお、水平でない場合は6～7の作業を水平が確認できるまで繰り返す。</p> <p>②給排水・ガス管の配管・接続。</p> <p>①掘削部分のPCサンドル又はサポートジャッキを包み込んで、基礎底盤まで発泡モルタル又は流動化処理土で充填する。</p> <p>①基礎下の埋戻し以外の掘削部分を地表面まで埋め戻す。 (※：薬液注入を行う場合)</p> <p>①必要に応じて、埋め戻された地盤のゆるみ防止・強化を目的として、硬化液剤注入の為にロッドを地盤に挿入し、そこから硬化液剤を圧送注入する。</p> <p>①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。</p> <p>②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。</p> </div>
<p>6. 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・工事实施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 ・施工は、ほぼ基礎下のみであり、設備管等の盛替えにより、建物を平常通り使用しながらの施工も可能な場合がある。 ・施工に際しては以下の条件も重要である。 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎下掘削用の進入口が確保できること。 ・基礎下掘削時に地下水の多量な湧水が生じない地盤であること。 ・基礎に変形に伴うひび割れ等がないこと。 ・既設の基礎が擁壁に近接している場合は、注意して補修すること。 ・擁壁を併せて補修する場合には、擁壁に有害な損傷、変形及び沈下が生じないように安全性を確認すること。(建基法令第142条及び建基法告示平12建告第1449号「煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件」参照) ・既設構造物の近傍で薬液注入工事を実施する場合には、構造物やその周辺に悪影響となる変状を与えないように工事を完了させることが重要である。 ・べた基礎の場合は、外周部等に本シートの工法を用い、内部の底盤下部にウレタン樹脂を注入して沈下修正する併用工法もある。(参考：参考文献1)

<参考文献>

No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
1	建築技術 2012年2月号 [p158~161]	伊藤茂雄	(株)建築技術

1. 工事名称 工事 NO	土台のジャッキアップ+土台と基礎の間にモルタル充填		K-1-6
2. 工事概要	土台を含む上部建物の一部をジャッキアップし、水平に調整した上で土台と基礎の間にモルタルを充填する工法である。		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度を確認し、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられること。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・技術的詳細については、専門家に相談すること。 		
5. 工事手順 の例	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">1. 事前調査</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">2. 床仕上材等の撤去</div> <div style="text-align: center;">↓</div> </div> <div style="flex: 2;"> <p>①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。</p> <p>②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立て、工期を決定する。</p> <p>以下の部材等を撤去し、基礎を必要な分欠き込む。</p> <p>①台所流し、洗面台、便器等の設備器具の一時取り外し。</p> <p>②内装材、外装材の必要な範囲。（ジャッキアップ等の変形を避けるため、部材撤去後の強度に留意し、必要に応じ補強を行なう。）</p> <p>③建物外周部の壁、及び土台に接する内部の壁における仕上材、下地板等。（基礎に土台を固定するナットの取外し、取付けに必要な範囲。）</p> <p>④給排水・ガス等の設備配管の切断・先止め。</p> </div> </div>		

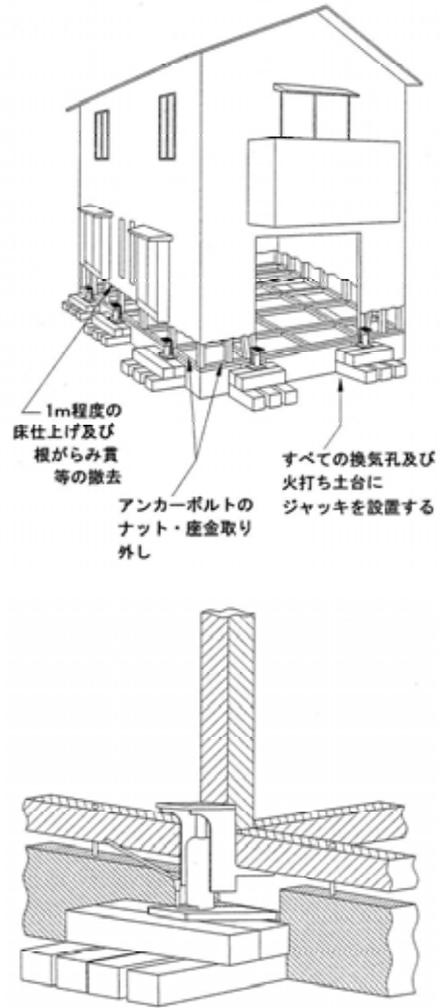


	<p>3. ジャッキの設置</p> <p>↓</p> <p>4. ジャッキアップによる建物のレベル調整</p> <p>↓</p> <p>5. 土台と基礎の定着</p> <p>↓</p> <p>6. アンカーボルトによる土台の緊結</p> <p>↓</p> <p>7. 仕上材等の復旧</p> <p>↓</p> <p>8. 最終確認</p>	<p>①沈下している部分の土台のアンカーボルトのナットを取り外す。</p> <p>②爪付きジャッキを反力架台の上に設置する（安定性に配慮すること）。</p> <p>①水準器等で建物全体が均等にあがるよう確認しながら、5mm程度ずつ順番にすべてのジャッキを調整しながらジャッキアップする。</p> <p>②水準器等で水平確認したうえで、基礎天端と土台の間にレベル調整のためのライナープレートを要所に設置する。</p> <p>③ジャッキを少しずつ下げながら土台をおろし本受けする。</p> <p>④水準器等で土台の下端レベルの水平を確認したうえで、ジャッキを取り外す。</p> <p>①基礎天端の両側に、幅10cm程度の木板（貫板）を型枠として、接着剤又は釘で基礎立上がり部分に接着させ、隙間の回りをふさぐ。</p> <p>②基礎と土台の隙間に無収縮モルタルを充填する。</p> <p>①アンカーボルトにナットを取り付け、十分に締め付ける。なお、レベル調整により、アンカーボルトが短くなっている部分がある場合は、高ナットと全ねじボルト等を使用し、アンカーボルトの長さを確保する。</p> <p>以下の部分を復旧する。</p> <p>①玄関・浴室等の東土間コンクリート床仕上げ、犬走り等。</p> <p>②建物外周部の基礎、土台廻りの仕上材等。</p> <p>③給排水・ガス管の配管、接続。</p> <p>①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。</p> <p>②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。</p>
<p>6. 備考</p>	<p>・工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。</p> <p>・ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。</p>	

<参考文献>

No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
1	建築技術 1995年9月号 [p110~111]	間瀬哲	(株)建築技術

1. 工事名称 工事 NO	土台のジャッキアップ+基礎天端レベル調整		K-1-7
2. 工事概要	<p>基礎底盤部は既設のまま、土台から上部躯体を一旦ジャッキアップし、基礎天端のレベル調整を行った後、上部躯体を据付け直す工法である。</p>		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度を確認し、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられること。 ・ジャッキアップ時に必要な反力が確保できること。 ・技術的詳細については、専門家に相談すること。 ・建物の周囲に根がらみ鋼材の搬出入に必要とするスペースが確保できること。*1 		
5. 工事手順 の例	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">1. 事前調査</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">2. 仕上材等の撤去</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<p>①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。</p> <p>②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立て、工期を決定する。</p> <p>以下の部位を撤去し、土台及び床下地盤を露出させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①台所流し、洗面台、便器等の設備器具の一時取外し。 ②内装材、外装材の必要な範囲（ジャッキアップ等の変形を避けるため、部材撤去後の強度に留意し、必要に応じ補強を行う。） ③建物外周部の壁、及び土台に接する内部の壁における仕上材、下地材等。（基礎に土台を固定するナットの取外し、取付けに必要な範囲） ④給排水・ガス等の設備配管の切断・先止め。 	



3. 基礎と土台の切り離し

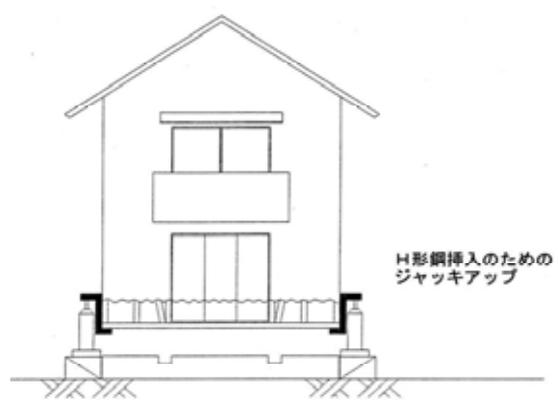
①基礎と土台を緊結しているアンカーボルトのナットを取り外す。またはボルトの切断、定着部基礎の解体等、適切な方法を選択し、基礎と土台を切り離す。

4. 予備の爪付ジャッキ等の設置

①すべての床下換気口及び火打ち土台部分に爪付ジャッキを設置する。この際、床下地盤面が水平であることを確認し、ジャッキ設置部分の地盤が沈下する可能性がある場合は、地盤の表面をランマー等で充分締め固め、木製サンドル（50cm程度の角材）や鉄板（3cm×45cm×45cm程度）等をジャッキの下に敷き、ジャッキ根元を安定させる。

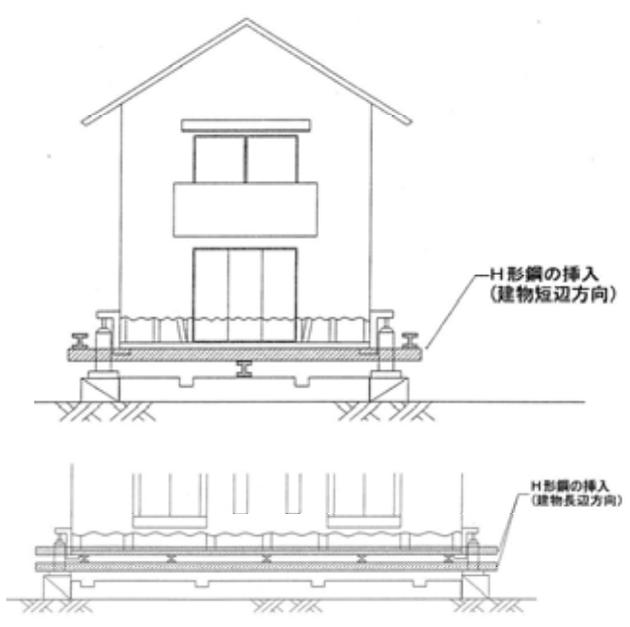
5. 鋼材設置のための予備ジャッキアップ

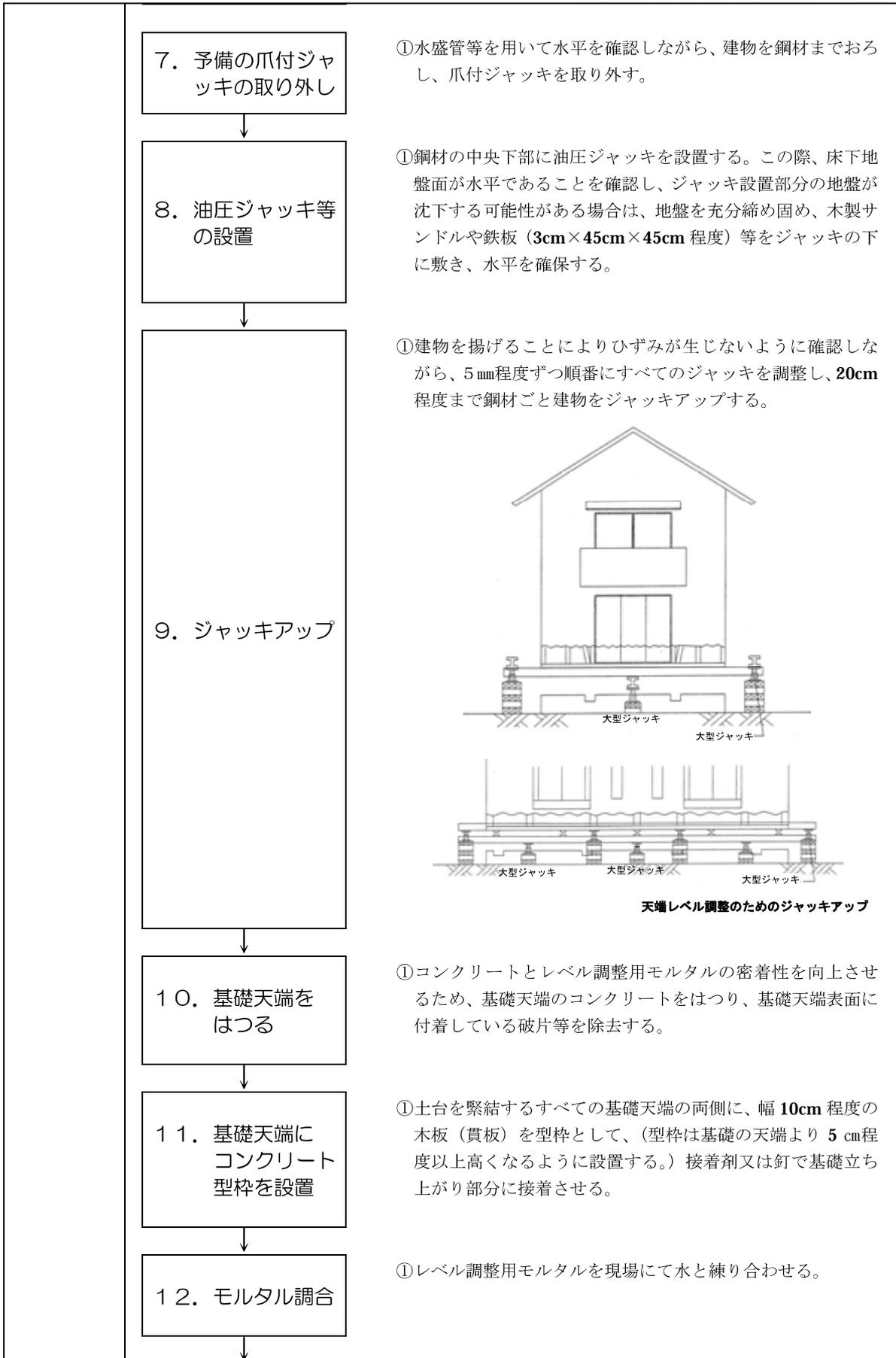
①水盛管等を用いて建物全体が均等に上がるよう確認しながら、5mm程度づつ順番にすべてのジャッキを調整しながら20cm程度までジャッキアップする。



6. 鋼材の設置

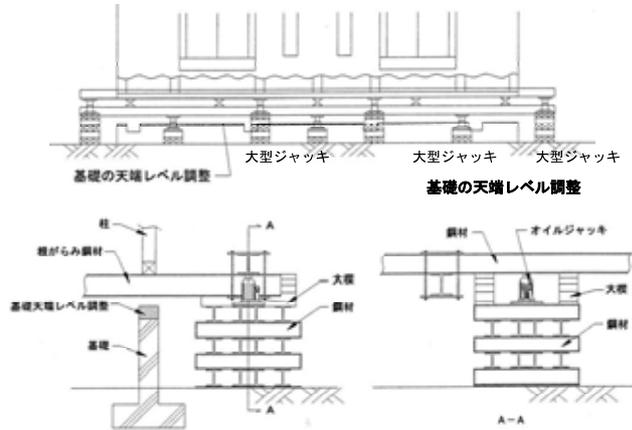
①建物全体に鋼材（H形鋼等）を基礎天端と土間の間に井桁状に挟み込む。







①基準点のレベルを基礎天端において計測器で示し、沈下の少ない基礎天端を基準にレベル調整用モルタルを打設する。自然に放置することでレベル調整用モルタルは水平になる。



①レベル調整用モルタル打設 7 日後にモルタル表面が乾燥していることを確認して木板を外す。

①水盛管等を用いて基礎天端のレベルを計測し、水平であることを確認する。

①4～9の手順を逆に進めて H 形鋼を抜き取る。

①建物の土台より上部にひずみが生じないよう 5mm 程度づつ順番に油圧ジャッキを調節しながら基礎に土台を設置する。アンカーボルトの位置と土台のボルト穴の位置を確認する。

①アンカーボルトにナットを取付け、十分に締め付ける。なお、基礎天端調整により、アンカーボルトが短くなっている部分がある場合は高ナットと全ねじボルト等を使用し、アンカーボルトの長さを確保する。
この際、高ナットの両側に通常のナットを締め、ダブルナットとしてゆるみが生じないようにする。

以下の部分を復旧する。

- ① 1 階床におけるすべての束、床根太、下地材及び仕上げ材。（ジャッキアップで変形、傷んだ部分を含む）
- ② 建物外周部の壁および土台に接する内部の壁における下地材、仕上材等。
- ③ 給排水・ガス管の配管、接続。
- ④ 台所流し等の設備器具の再取り付け。

①水盛管等を用いて建物全体の設置高さ、水平を再度確認する。

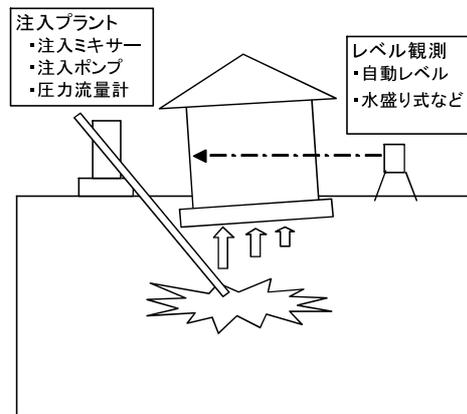
②器材及び資材を撤去・搬出のうえ、片付け・清掃を行う。

6. 備考	<ul style="list-style-type: none">・ 工事中に仮住まいの確保が必要である。・ 工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。・ ジャッキアップに伴い、外壁等にひび割れ等が生じた場合には、併せて補修する必要がある。 <p style="text-align: center;">* 1 : 短い鋼材を現場でボルト接合し、必要な長さにし、使用することも可能である。</p>
-------	---

<参考文献>

No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
-	-	-	-

1. 工事名称 工事 NO	グラウト注入工法		K-1-8
2. 工事概要	<ul style="list-style-type: none"> ・建物外周よりグラウト注入用のロッドを基礎下地盤へ削孔・挿入し、そこからグラウトを注入し、注入圧によって建物を基礎からリフトアップする工法である。 ・注入時は建物変位を監視しながら行う。 		
3. 対応する 不具合と 原因	不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の沈下（K-1） 	
	原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤条件の設定過程の不良 ・地盤条件設定値の不適合 ・施工方法の選択不良 ・基礎形式の選定の不適合 ・敷地の安全対策の不備 ・既存擁壁への対応不備 	
4. 適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家による地盤調査（支持力、沈下量、土質等）により、現況地盤の長期に生じる力に対する許容応力度を確認し、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことが構造計算により確かめられること。 ・既設基礎は原則べた基礎とし、注入材が建物直下の床下に噴出しない構造であること。 ・注入後に特別の調査試験を実施する場合を除いて、原則、注入による地盤の許容応力度の増加は考慮しない。 ・基礎の沈下の要因が、圧密沈下の問題による場合は、その問題が取り除かれていることが専門家の調査により確認された場合に限り適用する。 ・グラウト注入に必要なスペースがあること。 		



注入システム図

<p>5. 工事手順 の例</p>	<pre> graph TD A[1. 事前調査] --> B[2. 注入プラント組立] B --> C[3. 変位計の設置] C --> D[4. グラウト注入] D --> E[5. 最終確認] E --> F[6. 片付け・清掃] </pre>	<p>①現場調査により、適用条件を満たしていることを確認する。 ②沈下の状況、原因を確認し、施工計画を立てる（既往の地質調査結果などを良く理解し、支持層・圧密層の深さを確認する）。 ③沈下修正に必要な注入量の算出を行う。</p> <p>①注入プラントを組み立てる（注入プラントには定置式と移動式（トラック）があり現場条件に応じて使い分ける）。</p> <p>①建物に、建物全体のレベルが把握できるよう変位計を複数台設置する（変位計にはレーザーレベル、オートレベル、水盛管式レベル等がある）。</p> <p>①建物外周よりグラウト注入用ロッドを挿入し、そこからグラウトを注入する。 ②注入時は変位計の経時変化を常時監視しながら注入する。 ③注入の下端深度は原則として支持層までとし、平面的には不同沈下量が多い箇所を重点的に注入する。 ④注入圧力が地盤隆起に寄与する深度は浅いほど効果的である。しかし、注入した層より深い箇所が軟弱な場合、硬化後に注入した層自身が沈下する可能性があり、また地盤隆起に必要な反力を確保することを目的として、深部（支持層）から浅部へと注入することが望ましい。 ⑤注入時、変位計の経時変化を監視しながら、注入箇所・深度を適宜設定する。また、変位計の監視は注入中だけでなく前日作業後の建物レベルと当日作業前の建物レベルを比較することも重要である。 ⑥注入材（グラウト）は、通常、瞬結性のセメント系硬化液を用いる（グラウトは、硬化後の安全性に優れている材料とし、硬化後の体積変化が少なく、早期強度が高いものほど大きな効果が期待できる）。</p> <p>①建物全体の水平レベルを最終確認する。規定値に達していない場合は、4. の作業を繰り返す（水平レベルは建物外周だけでなく内部の測定も行う）。</p> <p>①資材及び注入プラントを撤去・搬出のうえ、片付け・清掃をする。</p>
-----------------------	--	---

<p>6. 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・既設の基礎は、べた基礎や表層改良地盤など、注入圧による隆起が生じやすい基礎形式とし、底盤の構造耐力等に支障ない注入を行うこと。 ・基礎底面直下の地盤は、注入前の時点で必要とする地盤の許容応力度が確保されていることを基本とし、注入による地盤の許容支持力の増加は、特別の調査研究を実施する場合と除くと、期待しないものとする。 ・工事実施後においても、定期的に沈下の進行状況を確認する。沈下の進行が認められる場合は、補修方法を再検討する必要がある。 ・沈下修正工事により外壁等にひび割れが生じるおそれがあるので、併せて補修する必要がある。 ・注入位置が敷地境界線に近接する場合は、敷地外へ流出するおそれがあるので、必要に応じて適切な措置を講じること。また、既設の基礎が擁壁に近接している場合には、躯体の変位・水抜きパイプの監視や擁壁方向への硬化材の流出防止対策等を行い、注意して施工すること。 ・周辺に井戸、河川、湖沼、海域等の公共用水域及び飲用のための貯水池や養魚施設などがある場合には、その位置、深さ、形状、構造、利用目的及び使用状況等について調査し適切な処置を施して行うものとする。<small>（参考：参考文献2）</small>
--------------	--

<参考文献>

No.	書名 [該当箇所] (監修)	編著者	発行所
1	建築技術 2006年7月号 [p140～143]	岡野泰三・高田徹	(株)建築技術
2	薬液注入工 設計資料 平成27年度版 [p73～78]	横井一秀	(一社)日本グラウト協会

参考資料- 1 6

再度液状化対策工法

1. 再度液状化対策工法

1.1 液状化防止・軽減対策の基本的な考え方

参考図 16-1、参考表 16-2 に示すように、液状化に起因する宅地被害の場合、建物傾斜や基礎の破壊などの建物被害の復旧を選択するか、将来的に発生する地震時における再度液状化防止対策を選択するのかを分けて考える必要がある。また、再度液状化防止については、個別の宅地対策を選択するか、周辺を含む地区全体の液状化対策を選択するかについても分けて考える必要がある。

同図には再度液状化防止対策、補修（家屋傾斜補正）および家屋再建の**3**つが記されているが、対処として建替時の基礎補強も含めると以下の**3**つの対処法が考えられる。

参考表 16-1 液状化被害に対する対処方法

<A>家屋の傾斜・沈下補修 (家屋傾斜補正)	建物の傾斜や沈下を修復する。
建物基礎の補強	鋼管杭や柱状改良により非液状化層まで根入れして家屋の傾斜・沈下の予防対策を行う。
<C>再度液状化防止工法	将来の地震に備えた液状化被害の抑制対策(再度液状化防止対策)を行う。

本資料は、**<C>**個別の宅地を対象とした再度液状化防止工法は、文献**1)**の建物直下地盤の対策による液状化の発生を抑制する工法の記述を引用整理したものである。なお、**<A>**については**参考資料 15**を参照されたい。また、****については、小口径鋼管杭基礎や基礎地盤の柱状改良などが該当することから、文献**1)2)**などを参照されたい。いずれの工法も専門業者に相談することが必要である。

1.2 再度液状化防止工法（建屋の将来建替時における個別対策）

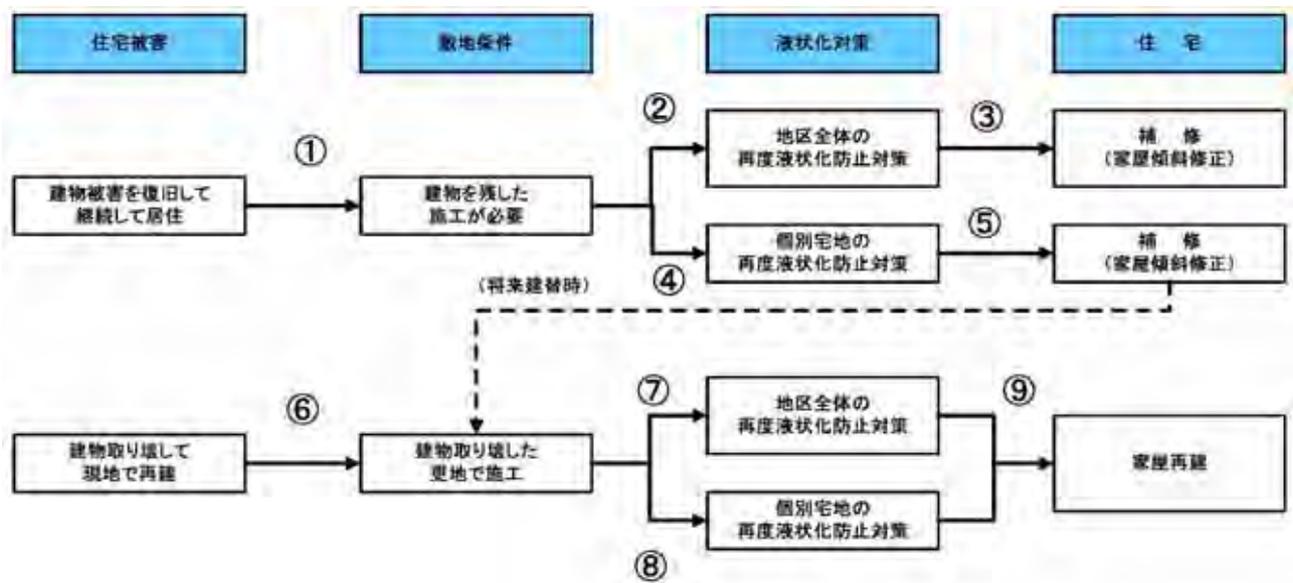
建屋の建替時において個別に対策を行う方法は、基礎地盤の液状化発生を抑制する工法の主なものとして、①建物直下の層状締め固め工法、②建物直下の層状固化工法、③建物直下を含めた格子状改良工法、④建物直下の水圧消散工法がある。

参考表 16-3 に各対策方法の概要、留意点および戸建に適用できる具体的な工法を示す。

1.3 再度液状化防止工法（建物を残した条件での個別対策）

既設戸建て住宅を個別に対策を行う方法として、基礎地盤の液状化発生を抑制する工法の主なものとして①建物直下の層状締め固め、②建物直下の層状固化、③建物周囲の格子状改良、④地下水位低下などがある。

参考表 16-4 に各対策方法の概要、留意点および戸建に適用できる具体的な工法を示す。



参考図 16-1 再度液状化防止を実施する際の検討フロー

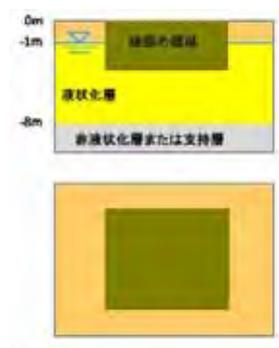
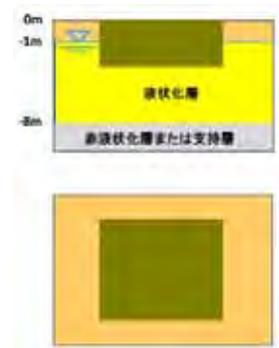
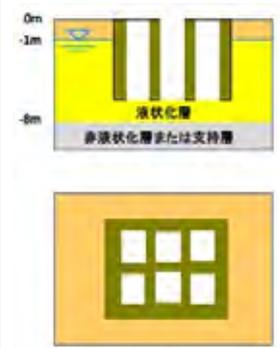
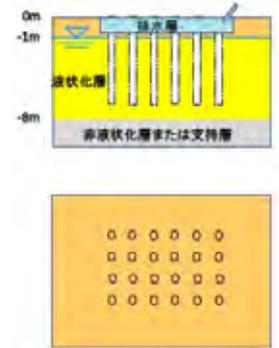
参考表 16-2 再度液状化防止を実施する際の検討フローの解説

参考図 16-1 のフロー	対応例
①-②-③	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋に傾斜は見られるものの、構造耐力上の著しい支障がない ・家屋を残したまま、公共事業（宅地耐震化推進事業）で地区全体の再度液状化防止対策を施した後、家屋の傾斜を修正。 ・家屋の傾斜により健康被害等が懸念される場合は、家屋の傾斜修正を優先する。
①-④-⑤	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋に傾斜は見られるものの、構造耐力上の著しい支障がない ・家屋を残したまま、当該宅地における再度液状化防止対策を個人施工で施した後、家屋の傾斜を修正。
①-④-⑤⑥-⑧-⑨	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋に傾斜は見られるものの、構造耐力上の著しい支障が無い ・家屋の老朽化状況などから現時点で再度液状化対策の必要性を感じない、資金計画の関係、特に家屋を残したまま地盤改良等の液状化対策を行うと更地において地盤改良を行う場合よりも相当程度割高になるなどの理由から、再度液状化対策は後日の実施とする。 ・当面、家屋の傾斜修正だけを行い生活上支障のない状態を保ちつつ、将来的な建替時等にあわせて再度液状化防止対策を実施。
⑥-⑦-⑨	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の被害が著しく、取り壊して現地で再建 ・公共事業（宅地液状化防止事業）で地区全体の再度液状化防止対策が実施された後に、現地で再建。
⑥-⑧-⑨	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の被害が著しく、取り壊して現地で再建 ・個人施工で再度液状化防止対策を行い、現地で再建。

※ ②-③、④-⑤ は ③-②、⑤-④に順番を入れ替えざるを得ない場合がある。

※ ②、④（⑦、⑧）が重複する場合がある。

参考表 16-3 宅地の再度液状化防止工法（建屋の建替時における個別対策）の例

	建物直下の 層状締め工法	建物直下の 層状固化工法	建物直下の 格子状改良工法	建物直下の 水圧消散工法
模 式 図				
概 要	<ul style="list-style-type: none"> 建物直下地盤を層状に締めめる方法 モルタルや流動化砂などポンプ圧送が可能な材料を使用し、これらを圧入することで周辺地盤を圧縮し密度増大を図る 改良部分の剛性や地盤密度の増加により、建物のめり込み沈下を軽減 施工機械の小型化による施工能率低下およびコストの増大 	<ul style="list-style-type: none"> 建物直下地盤を層状に固化する対策方法 固化材と地盤を攪拌混合して地盤の固結を図る（セメント混合処理が主体） 地盤が固化することで液状化を抑制し、剛性により建物のめり込み沈下を軽減する 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤をセメント改良体等で格子状に囲み、地震時の地盤のせん断変形と液状化の発生を抑制する方法 セメント改良体は機械攪拌工法や高圧噴射攪拌工法で構築 円柱状の改良体をラップさせて格子状にする方法、壁状の改良体を連続で打設して格子状にする方法などがある。 壁厚によっては、建屋の支持力を確保することも可能 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中に高透水性のドレーンを鉛直に打設し、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する工法 砕石などの自然材料による方法と人工材料による方法がある。
留 意 点	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さや幅の設定方法、改良部分の剛性の評価などの検討が必要 層状改良の下方の液状化層の影響に留意が必要 密度増大に伴う周辺地盤への変位影響に留意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さや幅の設定方法、改良部分の剛性の評価などの検討が必要 層状改良の下方の液状化層の影響に留意が必要 セメント系固化工法は六価クロム溶出確認が必要 植生への配慮して覆土や地下水位より浅い部分の未改良などの対処が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さや改良範囲の設定方法、格子間隔や壁剛性の評価、壁の一体性などの検討が必要 下方地盤の液状化する場合は、過剰間隙水圧の伝播の影響の懸念がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 表層部には排水層の設置が必要 改良深さ、改良範囲、ドレーン打設間隔などの検討が必要 透水性の低い地盤では対策効果の評価に注意が必要 目詰まりしにくいドレーン材の選定 想定以上の地震動に対する対策効果の確認 砕石を十分に締め固めることによる支持力の確保の可能性
工 法	静的締め工法 圧入締め工法 締め用の既製杭工法	浅層混合処理工法 中層混合処理工法 高圧噴射攪拌工法	格子状地盤改良工法 （機械攪拌工法、高圧噴射攪拌工法） 人工セル状構造打設工法	グラベルドレーン工法 人工材ドレーン工法

※造成宅地の耐震対策に関する研究委員会報告書、液状化から戸建て住宅を守るための手引書、平成 25 年 3 月、表 8.2.1 加筆修正

参考表 16-4 宅地の再度液状化防止工法（建屋既設条件での個別対策）の例

	建物直下の 層状締め工法	建物直下の 層状固化工法	建物周囲の 格子状改良工法	地下水位低下工法
模式図				
概要	<ul style="list-style-type: none"> 建物直下地盤を層状に締め固める方法 モルタルや流動化砂などポンプ圧送が可能な材料を使用し、これらを圧入することで周辺地盤を圧縮し密度増大を図る 改良部分の剛性や地盤の密度の増加により、建物のめり込み沈下を軽減する 小型機械使用により、建物内部からの施工、斜め施工も可能である 	<ul style="list-style-type: none"> 建物直下地盤を層状に固化する方法 固化材と地盤を攪拌混合して地盤の固結を図る（セメント混合処理が主体） 地盤を固化して液状化を抑制し、剛性により建物のめり込み沈下を軽減する 浸透注入は、建物内部や屋外から鉛直施工と斜め施工が可能 高圧噴射攪拌は、建物内部、建物周囲からの鉛直施工が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤をセメント改良体等で格子状に囲み、地震時の地盤のせん断変形と液状化の発生を抑制する方法 セメント改良体は機械攪拌工法や高圧噴射攪拌工法で構築 円柱状の改良体をラップさせて格子状にする方法、壁状の改良体を連続して格子状にする方法などがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位を強制的に低下させることにより、表層の不飽和層（非液状化層）を厚くし、地下水位に深の層についても拘束圧を増加させて液状化の発生を抑制する対策方法 建物下の不飽和層を厚くすることで、建物のめり込み沈下を軽減する。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さ、改良範囲の設定方法、改良部分の剛性の評価などの検討が必要 層状改良の下方の液状化層の影響に留意必要 密度増大に伴う周辺地盤および上部建物への変位影響に留意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さや幅の設定方法、改良部分の剛性の評価などの検討が必要 層状改良の下方の液状化層の影響に留意必要 表層付近の浸透注入による改良では、上部建物への影響や口元からのリーク（材料の逸走）に留意が必要 長期的な耐久性のある浸透注入材料の選定が必要 薬液による土壤汚染への留意が必要 セメント系固化工法は六価クロム溶出確認が必要 排泥処理の方法や費用に留意が必要 改良体が固化するまでの施工本数や施工順序に留意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 改良深さや改良範囲の設定方法、格子間隔や壁剛性の評価、壁の一体性などの検討が必要 下方地盤の液状化する場合は、過剰間隙水圧の伝播の影響が懸念 セメント系固化工法は六価クロム溶出確認が必要 ライフラインなどによる壁の不連続箇所が生じる場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 周囲への影響を防ぐため、矢板等による締め切りが必要 地盤の影響を大きく受けるため、事前に詳細な地盤調査を行い、地盤条件を把握した上で計画を立てる必要がある。 下層に軟弱な粘土層がある場合には、圧密沈下により建物やライフラインの不具合を招く恐れがあるので、事前に地下水位低下による地盤沈下の影響度合いを検討する必要がある。 地下水を汲み上げるための維持管理の費用、および汲上げた水の処理方法を検討する必要がある。
工法	圧入締め固め工法 静的締め固め砂杭工法	浸透注入工法 （薬液注入工法） 高圧噴射攪拌工法	格子状地盤改良工法 （高圧噴射攪拌工法）	ディープウェル工法 排水溝工法

※造成宅地の耐震対策に関する研究委員会報告書，液状化から戸建て住宅を守るための手引書，平成 25 年 3 月，表 9.2.1 加筆修正

参考文献

- 1)地盤工学会関東支部造成宅地の耐震対策に関する研究委員会：造成宅地の耐震対策に関する研究委員会報告書，液状化から戸建て住宅を守るための手引書，平成 25 年 3 月
- 2)地盤工学会，土木学会，建築学会：平成 23 年度 浦安市液状化対策技術検討調査委員会報告書，平成 24 年 3 月