

第7章 地盤改良〔浅層混合処理工法〕による立ち下げ

基礎を立ち下げる方法として浅層混合処理工法を採用する場合は、次の各項の条件に適合したものと
する。

なお本項に規定のない事項については、「横浜市構造設計指針」及び「建築物のための改良地盤の設計
及び品質管理指針」日本建築センター発行（以下「地盤改良指針」という）による。

- (1) 本工法を採用するにあたっては、改良施工を当該敷地及び周辺空地等で行う場合、十分な掘削・
仮置きスペース及び混合攪拌スペースを確保することが出来、かつがけに影響を与えず施工出来る
場合を条件とする。

また改良深さは、2層以上に分けて改良することを条件として、現地表面から2m程度以内とする。

- (2) 改良地盤は、建物基礎と一体的なものとし、がけ崩壊時においても自立性を有する強度を確実に
発現し、改良地盤による応力が、がけに影響を及ぼさないようにする。

また改良地盤の設計基準強度は、原則として室内配合試験（一軸圧縮強度）又は施工試験の結果等
によって確認する。材齢7日の室内配合試験一軸圧縮強度は、原則として300 kN/m²以上とする。

- (3) 地盤改良深さは、がけの安定角度線以深で、がけに影響を及ぼさない深さとし、かつ基礎スラブ
底面に作用する最大接地圧が改良地盤の許容応力度を超えないこと、及び改良地盤下に作用する最
大接地圧が下部地盤の許容応力度を超えないことを確認する。

- (4) 基礎形式は原則として、べた基礎とし、その基礎スラブ下は、原則として全面改良を行い、改良
範囲は、原則として基礎スラブ端から外側に改良厚の1/2程度以上の範囲とする。ただし、安定角
度線より内側の地盤が良好な地盤で、圧密沈下等により上部構造物に有害な障害が生じないことを
確認出来る場合は、この限りでない。

- (5) 施工にあたっては、所要強度を前提とした均一な混合締固めを必要とするので、セメント添加量、
改良範囲、深さの出来形、及び混合転圧等について適正に施工監理を行い、施工監理状況について
『建築基準法第12条第5項に基づく（工事監理・工事状況）報告書』に『基礎立ち下げ関係工事監
理・工事施工状況（添付）報告書』（資料編-7）を添付し、材料関係資料、及び施工管理記録、及
び施工記録写真等を提示の上、中間検査時に提出する。

- (6) 施工後の改良地盤の品質検査は、コアの一軸圧縮強さ、SWS試験による貫入抵抗、平板載荷試
験等の中から選択したものによる。

【解説】

浅層混合処理工法は、軟弱土を排除し、地盤改良材を混合した改良土に置き換える工法である。従って
軟弱地盤の掘削時に周辺地盤が崩壊しないこと、置き換える改良土は均質で十分な強度が確保されな
ければならない。さらに不安全な崖に近接して地盤改良を行う場合、施工中及び施工後においてがけに影
響を与えてはならない。

このため次のような施工条件の整備と設計・施工管理が必要となる。これらを全て満たすことができな
ければ基礎の立ち下げ工法として浅層混合処理工法を用いるべきではない。

たとえ1項目でも満たすことができなければ、工事中のがけ崩壊、がけ崩れ発生時に建築物を支持しき
れないなど、重大な問題を発生する場合があるので特に注意が必要である。

- (1) 施工方法は、現場において混合攪拌するいわゆる「原位置混合攪拌方式」で、固化材そのものを使用
する「粉体方式」が、一般的である。（図-25）その場合、改良施工をすすめるにあたって、掘削
土の仮置きスペースや混合攪拌スペース等が十分確保出来なければ、適正な施工・管理をすることが
出来ないので、当該敷地及び周辺空地等を含め十分なスペースを確保出来ることを、本工法を採用出

来る条件とした。

また本工法は、がけに近接して施工する場合、掘削及び混合・攪拌から、転圧・締固め施工時、施工に伴うがけへの影響を避けることが難しいので、がけに影響を与えず施工出来る場合を条件とした。

具体的にはバックホー等の施工機械を、がけに近接配置して施工することを避けるとともに、特にがけ近接部分の転圧・締固めは、がけに影響を与えないよう慎重に行わなければならない。

そのような面で採用が可能な場合であっても、掘削深さが深くなる場合は、掘削際の周囲への影響、特に転圧・締固めによる振動等の影響も考慮に入れ、事前に山留めを設けてから施工する必要がある。

戸建住宅等の狭い敷地では、施工機械は、バックホーを使用することが多い。従って敷地の広さや周囲の隣家等の状況にもよるが、改良深さは、2層以上に分けて改良することを条件として、現地表面から2m程度が限度となる。また、1回の改良厚さは、50cm程度を超えないようにする。

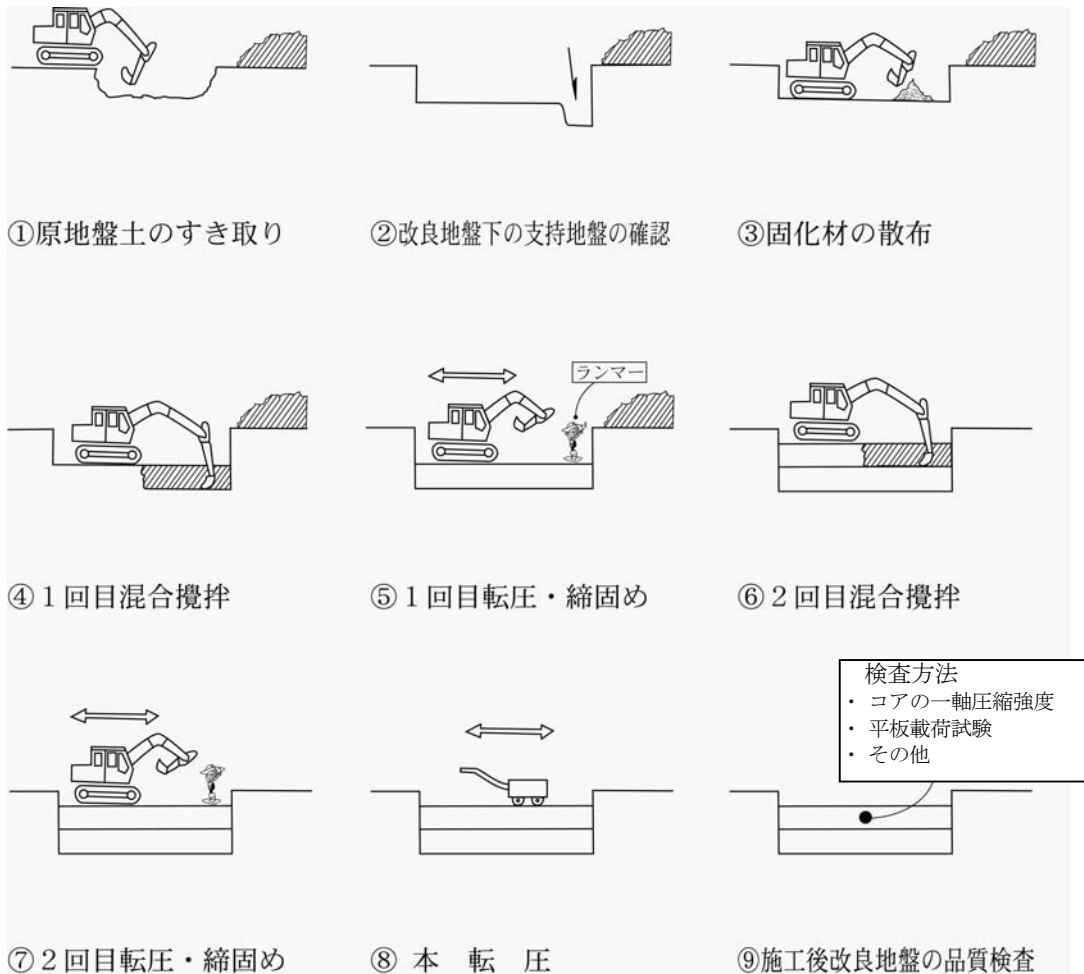


図-25 一般的な浅層混合処理工法の施工方法

(2) がけの崩壊時においても建築物が安定して自立する必要があることから、既存擁壁を含め、がけ崩壊時に自立性を有する十分な強度を有し建物基礎と一体的なものとしなければならない。

改良地盤の設計基準強度は、現地の土と配合設計に基づくセメント添加量試験体による室内配合試験体、あるいは現位置による試験施工による現場採取コア試験体による一軸圧縮試験を行い、その結果等から適切な配合計画、設計基準強度を設定する。ただし、当該敷地と同様の土質の試験結果がある場合は、その資料を用いても良いが、上記のように基礎の一部として一体化する必要があるため、高めの強度設定とし、充分余裕をもった配合計画とする必要がある。

各セメントメーカー共、各種土質に適した地盤改良専用のセメント系固化材を用意している。カタログ等の資料の中では、固化材添加量 $\{N/m^3 (kg/m^3)\}$ と強度との関係は、室内配合試験による材齢

7日の一軸圧縮強度（ kN/m^2 ）で、表示されるケースが多い。改良地盤の設計基準強度は、材齢28日の一軸圧縮強度に基づくが、土質により、材齢28日と材齢7日の一軸圧縮強度比から、材齢28日の一軸圧縮強度を、ほぼ算出することが可能である。本指針では、改良地盤を基礎立ち下げの一部として、十分な強度を有し建物基礎と一体的なものとする必要があることから、一定以上の強度を確保するために材齢7日の室内配合試験一軸圧縮強度は、原則として $300kN/m^2$ 以上と規定した。

なお、「地盤改良指針」では、セメント系固化材の配合量が少ない場合、均一な混合が困難となることから配合量は、土質によって下記の量を最小値として規定している。

- ・粘性土系地盤については、土 $1m^3$ に対し $600N$ （ $60kg$ ）
- ・砂質土系地盤については、土 $1m^3$ に対し $500N$ （ $50kg$ ）

(3) 地盤改良深さは、がけの安定角度線以深とする必要があるが、浅層混合処理工法の場合は、改良厚の $1/2$ 程度以上外側にまで改良することが原則なので、断面形状等に注意する必要がある。

(図-26、P40 図-27参照)

改良地盤の鉛直支持力の確認としては、基礎スラブ底面に作用する最大接地圧（ q ）が改良地盤の許容応力度を超えないこと、及び改良地盤下に作用する最大接地圧（ q' ）が下部地盤の許容応力度を超えないことを確認する。(図-26)

自然がけに近接して浅層混合処理工法による改良地盤を設ける場合には、第2章(3)「斜面地に近接して建設する場合の地盤の許容応力度の低減」により斜面の影響を受ける基礎地盤の許容応力度として、平らな地盤の許容応力度と傾斜地盤の許容応力度の比（ λ ）を用いて、下部地盤の許容応力度を低減する必要がある。(P14 図-7参照) 既存擁壁の場合については、擁壁構造体による押さえ効果も考えられるが、『既存擁壁外観チェックシート』（資料編-1）等の調査結果を参考として、必要に応じ低減する。

(4) 基礎を立ち下げる方法として、浅層混合処理工法を採用する場合は、少なくともがけ側の広範囲の部分を安定性のあるものとしなければならない。改良地盤上部の基礎スラブは、それに対応した形状とする必要があるので、原則としてべた基礎とする。

基礎スラブから改良地盤の下部地盤への応力分散効果は、(図-26)のように、勾配 $\theta=1:2$ とするのが一般的である。従って改良範囲は、原則として基礎スラブ端から外側に、改良厚の $1/2$ 程度以上の範囲とする。-

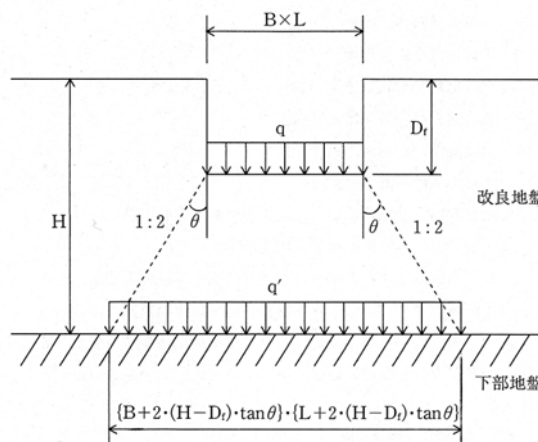


図-26 下部地盤に作用する接地圧

(「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」より)

改良地盤を含めた基礎形式、支持地盤が異なる場合は、沈下性状が異なる可能性があるため、原則として基礎スラブ（べた基礎）下は、全面改良を行うものとした。（図-27）

ただし、沈下量等の計算により、上部構造物に有害な障害が生じないことが確認出来る場合は、異なる基礎形式を採用することは可能と考えられる。

しかし、安定角度線より内側の地盤が関東ローム層程度以上の良好な地山で、基礎の応力ががけに影響を及ぼさないようにするために、やむを得ず部分的に浅層混合処理工法を採用する場合、沈下や変形により上部構造に有害な障害が生じないことを確認することが難しいケースが多い。

そのような場合には、それぞれの部分の沈下性状を把握した上で、その境界部の基礎梁を多少の不同沈下があっても耐えられるように一定の強度を有する基礎梁を有効に連続して設けるという方法が考えられる。

その場合の改良範囲も、原則として建築物のがけ側外壁線より外側へ改良深さの1/2程の位置から、がけ下からがけの安定角度線と基礎スラブ面との交点より改良深さの1/2程度以上内側へ入った部分以上の範囲（図-28）とする。

部分改良とする場合、地震時において曲げ破壊を生じさせず水平耐力を確保するために、改良地盤の細長比（改良深さ／改良幅）は、1程度以下とする。

この場合の基礎梁の断面は、その境界部の基礎梁を多少の不同沈下があっても耐えられるように一定の強度（梁成500mm以上で主筋は、上下2-D13以上、あばら筋D10@200）を有する基礎梁を有効に連続して設けて置くことが望ましい。

なお、関東ローム層の沈下性状については、第6章（3）解説（P31～）が参考となる。

(5) 主な施工管理項目は、次のとおりである。

ア 固化材量（納入量、使用量、添加量）

設計どおり固化材が使用されていることを確認するために、納入量、使用量、添加量の管理を行う。添加量の管理は、区画割りされた範囲内に所定量のフレコン {フレキシブルコンテナパック、通常10kN（1t）入り} 又は250N（25kg）入紙袋を配置した状態で区画の幅、長さを明記し、写真管理を行う。

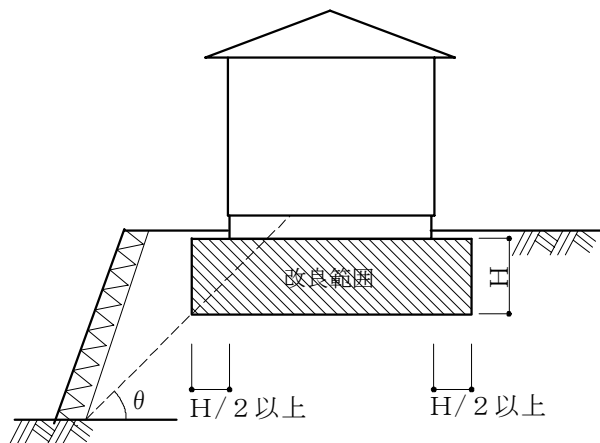


図-27 浅層混合処理工法による全面的な基礎立ち下げ

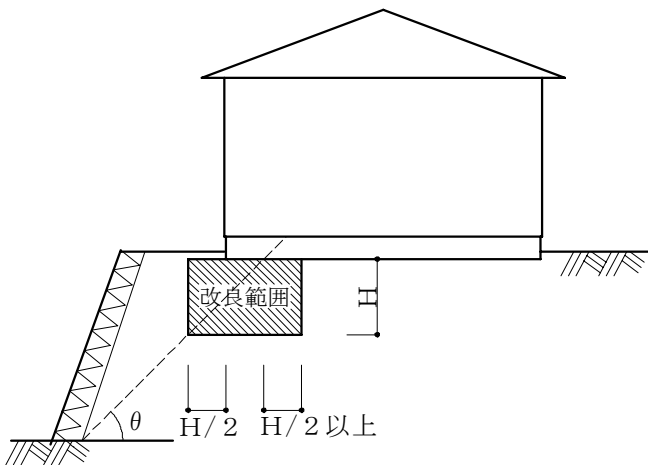


図-28 浅層混合処理工法による部分的な基礎立ち下げ

イ 出来形（改良範囲、改良厚さ、仕上り密度）

改良範囲は、基準点より測定を行い改良全域を消石灰等により明示し、また改良厚さも基準点より測定を行い、区画の長さ、高さ等を明記し、写真管理を行う。

通常、戸建住宅等の小規模建築物の場合は、直接に密度管理（供試体による密度管理）を行うよりも転圧状況による管理を行うことが多い。各層の転圧状況を記録し写真管理も行う。

ロ 施工状況（散布状況、混合状況、転圧・締め固め状況）

散布状況は、区画割りされた範囲内に配置された固化材が、区域内に均一な厚さで散布されたことを確認し、写真管理を行う。

混合・攪拌用の機械は、バックホーが一般的であり、比較的簡単に施工可能なため、施工者の技量が品質に影響しやすい面がある。混合状況は、混合機械及び土質によって設定された混合時間を上回ることを標準とするが、目視により固化材と土の色むらがなくなるまで十分混合されたことを確認し、写真管理を行う。なお強風時には、固化材が飛散する可能性があるため、散布、混合・攪拌時には注意する必要がある。

転圧・締め固め状況も、事前に設定された転圧回数を標準とするが、含水比の変化に応じ調整する。改良対象土の自然含水比が小さく混合土がパサパサの状態では、水和反応を起さない場合もあるので、その場合は、硬化に必要な量の散水を行う。

これらの内容については、『建築基準法第 12 条第 5 項に基づく（工事監理・工事状況）報告書』及び『基礎立ち下げ関係工事監理・工事施工状況（添付）報告書』（資料編－7）に施工記録及び写真を添付し、中間検査時に提出し報告する。

(6) 改良地盤施工後の品質検査として SWS 試験を用いる場合は、試験機の貫入能力に限界があるため、混合後数時間以内に試験を実施する必要がある。

一軸圧縮試験については、施工後の現場改良地盤からの試験体コア採取が困難な場合には、現場混合攪拌施工時のまだ固まっていない改良土を、モールドに現場の転圧締め固めと同様な状態で突き固めながら充填し、所定の材令で強度確認を行う方法でも良い。

以上のように、浅層混合処理工法は、十分な施工スペースを確保することが出来、かつがけ、既存擁壁に影響を与えず施工出来る場合でも、現地の土に応じて適切な配合計画と、確実な混合攪拌、締め固めを行い、その上で最終の品質管理としての強度確認を行って、はじめてその立ち下げとしての性能を確認出来るものである。したがって、改良深さが浅い場合や、改良範囲が少ない場合、及び配合、施工管理上の品質管理が期待出来ない場合は、むしろ一般的な直接基礎による基礎立ち下げやラップルコンクリート等による方法が確実であり望ましいと言える。

なお、セメント系材料による地盤改良の場合は、六価クロムの溶出の問題があるので、溶出試験を実施出来ない場合などは、六価クロム対応型固化材を使用する等の配慮が必要である。

図－29（P42）に浅層混合処理工法による基礎立ち下げ設計フローを示す。



図-29 浅層混合処理工法による立下げ設計フロー