

小規模発生土の
セメント安定処理の手引き(案)

平成 12 年 3 月

北陸地方建設副産物対策連絡協議会

まえがき

建設産業は、日本の資源利用の約 50%を建設資材として消費する一方で、産業廃棄物全体の 40%を超える量を建設廃棄物として最終処分している。

建設副産物のリサイクルを推進するため、現在「北陸地方建設副産物対策連絡協議会」、「北陸地方建設副産物対策連絡協議会幹事会」が組織されている。

「建設発生土利活用検討会」は上記の組織の下に設置するものであり、建設発生土のリサイクル目標達成を図るための施策について、具体的検討を行う組織として位置づけられている。検討会では建設発生土のリサイクルを推進するにあたり、改良材の添加量決定のプロセスを簡便にすること、および標準添加量を利用する際の標準的な改良方法の提案について検討を行った。

本手引き(案)は「建設発生土利活用検討会」の成果をとりまとめたものであり、一覧表による標準添加量の提案、および標準的な施工方法の提案を行ったものである。

本書を利用する際には、施工か所の地形・地質・気象・環境ならびに、工事の規模・工期等の各種条件を十分検討の上、活用頂きたい。

また、本手引き(案)に掲げる標準添加量一覧表は、限られた施工例をもとに作成されており、引き続き多くの施工例を加え、より高い精度に仕上げていく方針である。利用者各位のご協力をお願いする次第である。

平成 12 年 3 月

建設発生土利活用検討会

委員長 藤田 和俊

【目次】

第1章 総則	1-1
1-1 目的	1-1
1-2 用語の定義	1-4
1-3 適用の範囲	1-6
第2章 設計	2-1
2-1 事前調査	2-3
2-2 発生土区分	2-5
2-3 配合設計	2-7
第3章 施工	3-1
3-1 施工計画	3-2
3-2 改良材の散布	3-3
3-3 混合	3-4
3-4 整正	3-11
3-5 改良土の敷き均し・締め固め	3-11
3-6 養生	3-13
3-7 環境対策	3-13
3-8 施工手順(施工事例)	3-17
第4章 施工管理	4-1
4-1 数量, 出来形の管理	4-1
4-2 品質管理	4-2

【付録】

付録1 積算資料

付録2 ノモグラフ

付録3 ロータリー内蔵型バケット方式における機械仕様と施工例(写真)

付録4 土の見分け方

付録5 その他の含水比試験方法

付録6 ピット混合方式による発生土の改良

参考文献一覧

第 1 章 総則

1-1 目的

本手引き(案)は、小規模に発生する不良土を、普通ポルトランドセメントを改良材として簡便に浅層安定処理する手法をとりまとめたものであり、小規模不良土のリサイクル率の向上に資するものである。

【解説】

建設副産物のリサイクルのうち、建設発生土のリサイクル率は約 3 割程度と低く、なかでも小規模な不良土のリサイクル率は特に低い状況にある。

不良土のリサイクル率が向上しない要因としては、発生土量が小規模であるが故に受け皿も確保されないことや、土質改良を敬遠する傾向にあることが挙げられる。

また、土質改良を行うには、事前に配合試験を行い、改良材の添加量を決定する必要があるとともに、そのための試験費用および一定の試験期間が必要となり、さらに煩雑な施工・品質管理が要求される。

このため、北陸地方建設副産物対策連絡協議会において、小規模(概ね 1000m³ 以下)の発生不良土を対象として、事前の土質調査結果による発生土区分(4 土質)により、適用用途(工作物の埋め戻し、土木構造物の裏込め、道路路体・路床盛土、一般堤防の築堤)に応じて、改良材(普通ポルトランドセメント)の添加量を簡便に決定し、設計・施工できる手引き(案)を作成した。

この手引き(案)の利用により、配合試験費の軽減、および試験期間の短縮が図られ、小規模な発生不良土のリサイクルが促進される。

(1)発生土の利用実態

平成 7 年度建設副産物実態調査の結果によると、建設発生土のリサイクル率が 30%、建設汚泥のリサイクル率が 31%である。石川県・富山県・新潟県を合計した建設発生土量 2,625 万 m³ に対し、土砂利用量 1,618 万 m³ と、大きく搬出過多となっている。(図 1-1-1 参照)土砂利用量のうち、改良土を含む建設発生土が 481 万 m³ であり、いっぽう山砂等の購入土が 1,137 万 m³ と、リサイクルが進んでいないのが現状である。

北陸計

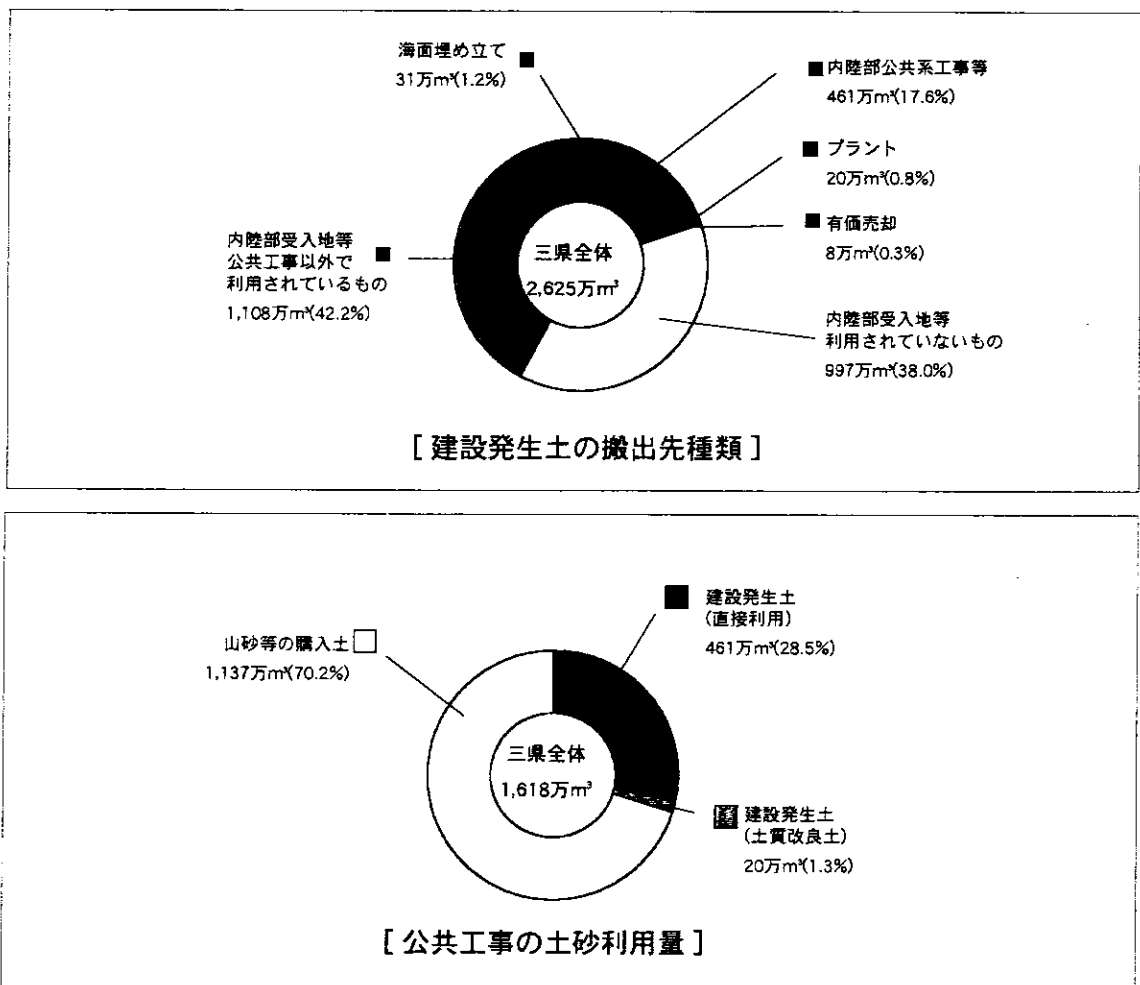


図 1-1-1 平成 7 年度 北陸全体の土砂搬出先種類および利用量
(平成 8 年度 建設副産物実態調査集計解析業務 報告書より抜粋)

(2)利用実態の問題点・課題

建設発生土は、そのほとんどが改良等の処理により、技術的には利用可能である。それにもかかわらずリサイクル率が伸びない理由として以下の要因が挙げられる。

①発生土を利用すると施工管理が煩雑となる。

発生土は、なんらかの処理を行って所定の強度を確保しなければならないことが多い。改良材の添加による改良は、従来の方法では土質の変化に応じて配合試験を行い添加量を決定する必要があり、これには一般的に10日~2週間程度の期間が必要である。また改良材の添加後均一な混合攪拌等の処理が必要となるため、工期を含め施工管理全般にわたり負担が増加する。

②現場内、あるいは現場間で発生土を利用する場合、土砂の発生と施工の時期が必ずしも一致しない。

この場合、発生土の仮置き場が必要となるが、都市部での工事等、用地に余裕のない現場では仮置き場の確保が難しい。

(3)発生土利用の取り組み

公共工事に伴って発生する副産物の計画的な有効利用および再利用等の円滑な推進について、「北陸地方建設副産物対策連絡協議会」で検討が行われている。北陸地方における具体的な取り組みとしては、「北陸地方建設リサイクル推進計画'97」(平成10年9月)が策定された。

この計画の目標は、将来的に建設工事に必要とする土砂は、原則として工事間流用でまかなうことであり、平成12年度におけるリサイクル目標値として、建設発生土のリサイクル率を80%、建設汚泥のリサイクル目標値を60%としている。

1-2 用語の定義

本手引き(案)で使用する用語は、以下のように定義する。

- (1)建設発生土
- (2)建設汚泥
- (3)浚渫土
- (4)泥土
- (5)汚染土
- (6)割り増し率
- (7)標準添加量

【解説】

(1)建設発生土

工事により副次的に発生する土砂で、コーン指数がおおむね 200kN/m^2 以上のもの、および港湾、河川等の浚渫にともなって生ずる土砂(コーン指数による規定なし)、その他これに類するものをいう。

建設発生土はコーン指数を基準に、第1種~第4種建設発生土に区分される。

(2)建設汚泥

建設工事により副次的に発生する土砂で、コーン指数がおおむね 200kN/m^2 以下のもの。ただし、港湾、河川等の浚渫に伴って生ずる土砂(コーン指数による規定なし)、その他これに類するものは浚渫土とし、建設汚泥には含まない。

(3)浚渫土

港湾、河川等の浚渫に伴って生ずる土砂、その他これに類するものをいう。(浚渫土に対してはコーン指数による規定はない。)

(4)泥土

浚渫土のうち性状が建設汚泥と同等のもの(コーン指数がおおむね 200kN/m^2 以下)、および建設汚泥を総称して泥土という。

※(1)~(4)のいずれも、有害物により汚染されている可能性のあるものは汚染土とし、各区分から除外する。

(5)汚染土

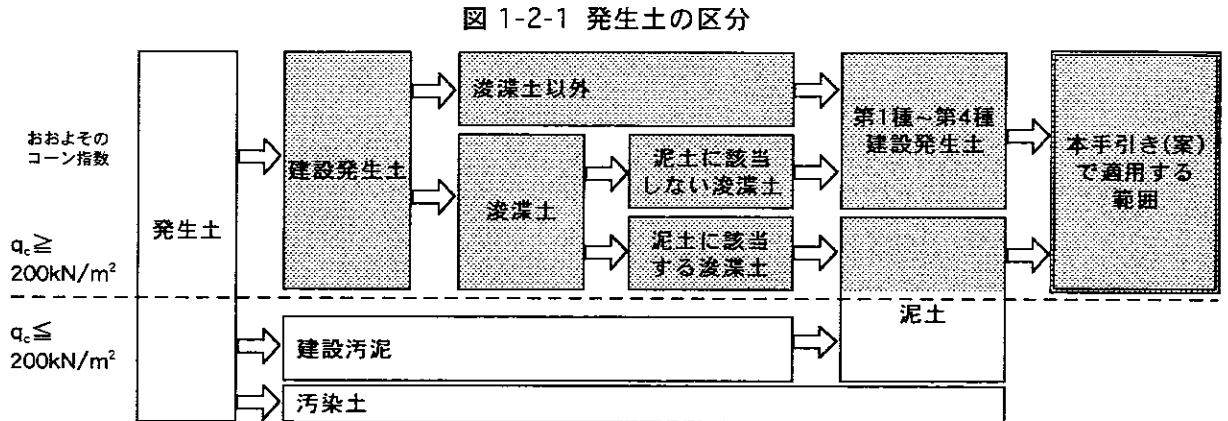
有害物に汚染されている可能性のある土は汚染土とされ、環境庁より示されている、

・「重金属等に係る土壤汚染調査・対策指針」(平成6年11月)

・「有機塩素系化合物等に係る土壤・地下水汚染調査・対策暫定指針」(平成6年11月)

に準じて調査・検討を行うことが望ましい。その結果関係法規の諸規定を越えて有害物を含むものについては原則として利用せず、法規の定めにしたがい、生活上の保全に留意して処分する。

以上の区分をまとめ、図1-2-1に示す。



(6) 割り増し率

安定処理を行う際には、室内配合試験を行い所定の強度を得るための添加量を求めるが、施工現場での発現強度は以下のような要因により、室内配合試験で得られる強度よりも一般的に小さい。したがって一般に現場/室内強度比は1.0よりも小さくなる。

- ・施工機械と室内試験用混合機械の攪拌性能による混合の程度の相違
- ・養生温度の相違に起因する強さの差
- ・改良区域での土質のばらつきや含水比の相違による現場強さの変動

このため現場で所定の強度を発現させるためには、室内配合試験で得られた添加量よりも大きくしなければならない。

この際に添加量を割り増す係数を割り増し率といい、室内添加量との質量比により表す。

(7) 標準添加量

標準添加量一覧表に示される添加量の値で、適用用途ごとに必要な改良目標強度に達する室内添加量である。

施工にあたっては、標準添加量に割り増し率による増分を和したものを現場添加量として使用する。

1-3 適用の範囲

本手引き(案)は、改良材(セメント)を用いて建設発生土の改良および利用を図る工法のうち、下記の範囲に適用する。

(1)工法は原位置安定処理工法とする。

(2)改良材は普通ポルトランドセメントとする。

(3)対象土質は、『建設発生土利用技術マニュアル』の発生土区分法、および日本統一土質分類により、以下に分類される土を対象とする。

①第3種発生土(a, b種)

②第4種発生土(a, b種)

③泥土に該当する浚渫土(a, b種)

(4)適用用途は以下のとおりとする。

①工作物の埋め戻し

②土木構造物の裏込め

③道路(路床)盛土

④道路(路体)盛土

⑤一般堤防の築堤

(5)使用する改良機械は以下のとおりとする。

①標準バックホウ

②ロータリー内蔵型バケット付きバックホウ

③スタビライザ

(6)対象土量は一工事当たり概ね 1000m³以下とする。

【解説】

(1)原位置安定処理工法

安定処理工法とは「低品質な発生土」にセメント系や石灰系などの改良材を粉体やスラリー状で混合し、化学的に性状を改善することによって、「改良土」として有効利用を図ることを目的とするもので、現在もっとも汎用性が高い工法である。

本手引き(案)では、以下に示す理由から安定処理工法のうち、プラントを必要としない原位置安定処理工法を採用する。

①汎用性

各改良工法にはそれぞれ専用の設備(重機)が必要となる。安定処理工法で必要とする重機は一般的な土工で標準的に使用されている重機をベースに編成することもできることから、汎用性の高い工法であると考えられる。

②運用性

安定処理工法は、高含水比の建設発生土が発生した際に、天日乾燥を行う用地や期間が確保できない場合や、現場内もしくは周辺で改良土を必要とする工事が平行している場合等において改良・運搬が容易であり、最も有効な改良工法である。

③施工性

土質、土量、施工か所の広さに合わせて改良機械が選択でき、ガラ等の異物や礫の除去等の特別な前処理が比較的簡単な工法である。

(2)改良材

改良材として普通ポルトランドセメントを採用する理由は、以下に示すとおりである。

①流通性

流通性を考慮した場合、普通ポルトランドセメントは入手がきわめて容易であり、過不足にすぐ対応できるなど、特殊改良材と比較して有利である。

②安全性

一般改良材は、石灰とセメントの2種類に大別できる。安全管理上、改良材を貯蔵する際には規定が設けられている。とくに生石灰は水の浸入・吸湿を避けなければならないことや、500kg以上貯蔵する場合は消防法の適用を受ける等、管理が難しい。取り扱いの簡便さという点では石灰よりもセメントの方が有利である。

③施工性

高炉セメントは普通ポルトランドセメントと同様に取り扱うことができるが、その性質から、一般に普通ポルトランドセメントよりも強度の発現が遅い。

短期間で安定処理を行いたい場合等には、普通ポルトランドセメントの方がより早期に施工性を確保できるため、有利である。

(3)対象土質

建設発生土は、コーン指数、含水比、および日本統一土質分類{簡易分類}をもとに、第1種~第4種建設発生土(a種、b種)に区分される。

第2種建設発生土以上の良質な改良土であれば、一般的な盛土材としてはそのまま利用可能である。本手引き(案)では、利用に際し何らかの改良を必要とする、第3種・第4種建設発生土および泥土に該当する浚渫土を適用範囲とする。

なお泥土のうち建設汚泥は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(以下、「廃棄物処理法」という。)に従って手続きを経る必要があることから、適用範囲としない。

地盤工学会による日本統一土質分類(簡易分類)を表 1-3-1 に、『建設発生土利用技術マニュアル』による発生土区分の基準を表 1-3-2 に示す。本手引き(案)で適用する土質は、表 1-3-1 および表 1-3-2 の灰色の範囲である。

なお、有機質土・高有機質土は、普通ポルトランドセメントによる改良効果が小さく、また含水比や土質により発現強度に大きな差が生じることから一般化しにくい。このため本手引き(案)では適用範囲としない。

表 1-3-1 地盤工学会による日本統一土質分類

(改正地盤工学会基準・同解説/平成 8 年/(社)地盤工学会より JGS M 111 を抜粋)

大分類		簡易分類	特徴
土質材料	粗粒土	礫粒土G	細粒分が15%未満
		礫質土{GF}	細粒分が15%以上50%未満
		砂粒土S	細粒分が15%未満
		砂質土{SF}	細粒分が15%以上50%未満
	細粒土F	シルト{M}	塑性図でA線の下、Ipが低い、ダイレタンシー現象が顕著、乾燥強さが小さい。
		粘性土{C}	塑性図でA線の上またはその附近、Ipが高く、ダイレタンシー現象がなく、乾燥強さが大きい。
		有機質土{O}	塑性図でA線の下で有機質、暗色で有機臭あり。
		火山灰質粘性土{V}	塑性図でA線の下で火山灰質。
	高有機質土{Pt}		分解の進んだ高有機質土、黒色を呈する。


 . . . 本手引き(案)で適用する範囲。

表1-3-2 土質区分基準

区分 (建設省)	土質区分	コーン 指数 $q_c^{※2)}$	日本統一土質分類		備考 ^{※1)}	
			簡易分類	土質	含水比 (地山) w(%)	掘削方法
第1種建設発生土 (砂、礫およびこれらに準ずるもの)	第1種発生土	-	{G}	礫	-	●排水に考慮するが、降水・浸出・地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、建設省令の1ランク下の区分とする。
			{S}	砂	-	
				(改良土)	-	
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土およびこれに準ずるもの)	第2a種発生土	800 kN/m ² 以上	{GF}	礫質土	-	
	第2b種発生土		{SF}	砂質土 (Fc=15~25%)	-	
	第2c種発生土			砂質土 (Fc=25~50%)	30%程度以下	
	第2種改良土			(改良土)		
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土およびこれに準ずるもの)	第3a種発生土	400 kN/m ² 以上	{SF}	砂質土 (Fc=25~50%)	30~50%程度	
	第3b種発生土		{M}	シルト	40%程度以下	
			{C}	粘性土		
	第3種改良土			(改良土)	-	
第4種建設発生土 (粘性土およびこれに準ずるもの (第3種発生土を除く))	第4a種発生土	おおむね 200 kN/m ² 以上	{SF}	砂質土 (Fc=25~50%)	40~80%程度	
	第4b種発生土		{M}	シルト		
			{C}	粘性土		
			{V}	火山灰質粘性土	-	
	第4種改良土			{O}	有機質土	40~80%程度
			(改良土)	-		
(粘土) (浸漬土のうちおおむね q_c が200kN/m ² 以下のもの)	粘土a	おおむね 200 kN/m ² 以下	{SF}	砂質土 (Fc=25~50%)	-	
	粘土b		{M}	シルト	80%程度以下	
			{C}	粘性土		
				{V}	火山灰質粘性土	-
	粘土c			{O}	有機質土	80%程度以上
			{Pt}	高有機質土	-	

.... 本手引き(案)で適用する土質区分

※1) 計画段階(掘削前)において土質区分を行う必要があり、コーン指数を求めるために必要な試料を得られない場合には、日本統一土質分類と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から概略の土質区分を選定し、掘削後所定の方法でコーン指数を測定して土質区分を決定する。

※2) 所定の方法でモールドに締固めた試料に対し、ポータブルコーンペネトロメータで測定したコーン指数。

※3) 含水比低下・粒度調整など物理的な処理を行った場合には、処理後の性状で再度判定し、改良土としてではなく、発生土として土質区分を判定する。

(「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」p.8/H.9.12/(財)土木研究センターより一部加筆)

(4)適用用途

各適用用途の概要を以下に示す。

① 工作物の埋め戻し

道路やその他の地表面下に埋設または構築した各種構造物を埋め戻す場合を指す。工作物の埋め戻しを行う際には、交通荷重等の繰り返し荷重に対して所定の強度を満足していることと、工作物との間に隙間や段差が生じない程度の非圧縮性が求められる。工事か所が道路である場合には、深度に応じて「道路(路床)盛土」または、「道路(路体)盛土」にも相当することとなり、適用用途は複数にわたる。

② 土木構造物の裏込め

擁壁、橋台、岸壁等、土圧を受け止める構造物やカルバートなどの背面に充填する場合を指す。土木構造物の裏込めを行う際には、圧縮性が小さいことや施工後に雨水などが浸透しても、速やかに排水される透水性、および水の浸入に対する強度低下の少ない材料が求められる。工事か所が道路である場合には、深度に応じて「道路(路床)盛土」または、「道路(路体)盛土」にも相当することとなり、適用用途は複数にわたる。

③ 道路(路床)盛土

道路盛土の設計断面において、舗装直下の厚さ 1m の土層に相当するか所を路床と呼び、この範囲において盛土を行う場合を指す。路床の役割はその上部の舗装と一体となって交通荷重を支持するものである。このため、他の適用用途と比較して、より大きな強度を要求される場合が多い。

④ 道路(路体)盛土

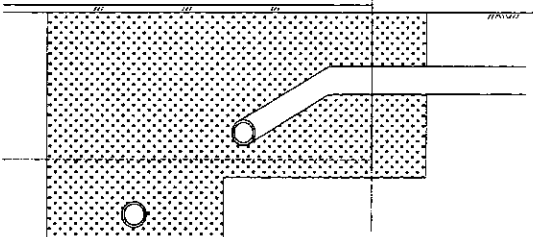
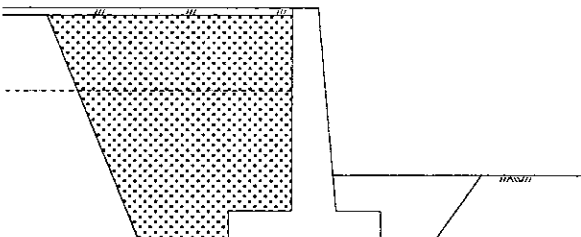
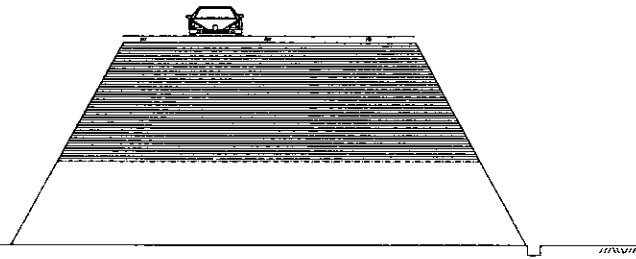
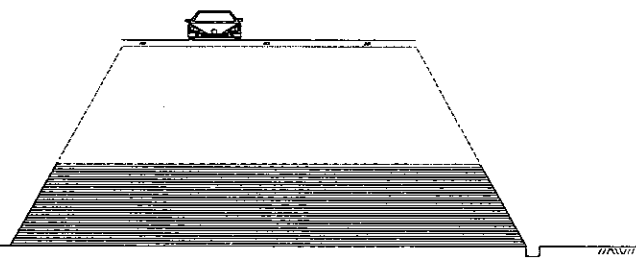
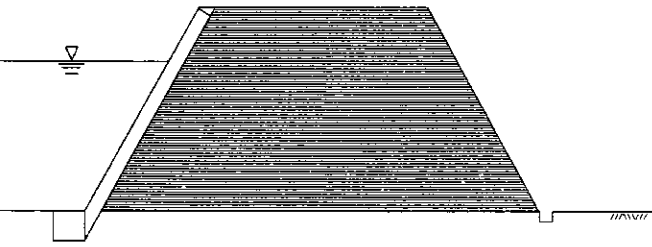
道路盛土において路床の下部に相当するか所を路体と呼び、この範囲において盛土を行う場合を指す。路体の役割は路床部を支える構造的安定を保持することである。したがって、比較的含水比の高い粘性土等であっても用いることが可能である。

⑤ 一般堤防の築堤

流水が河川外に流出することを防止するために堤防を設ける場合を指す。一般堤防の築堤の際は、低品質な盛土材も、土質改良や施工上の工夫を行うことにより、施工性および構造的安定性を確保すれば、利用することができる。

各適用用途を表 1-3-3 に示す。

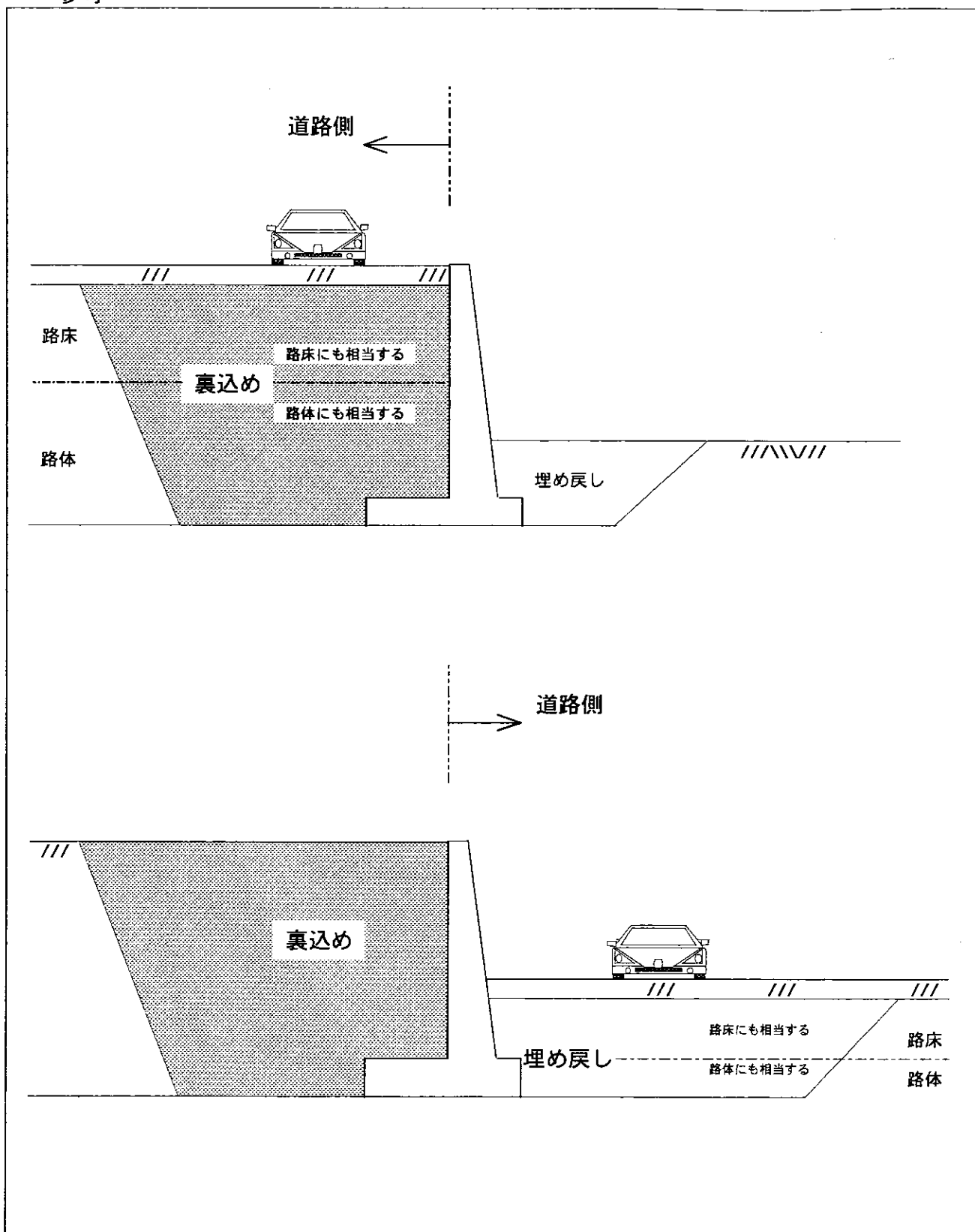
表1-3-3 対象とする適用用途

適用用途	概要図	説明
工作物の埋め戻し 1)		各種埋設管や地中構造物の埋め戻し。
土木構造物の裏込め 1)		擁壁，橋台，岸壁等の抗土圧構造物やカルバートなどの背面の充填。
道路(路床) 盛土		道路上層部(路床)の盛土。
道路(路体) 盛土		道路下層部(路体)の盛土。
一般堤防の築堤 1)		河川の一般堤防の築堤。

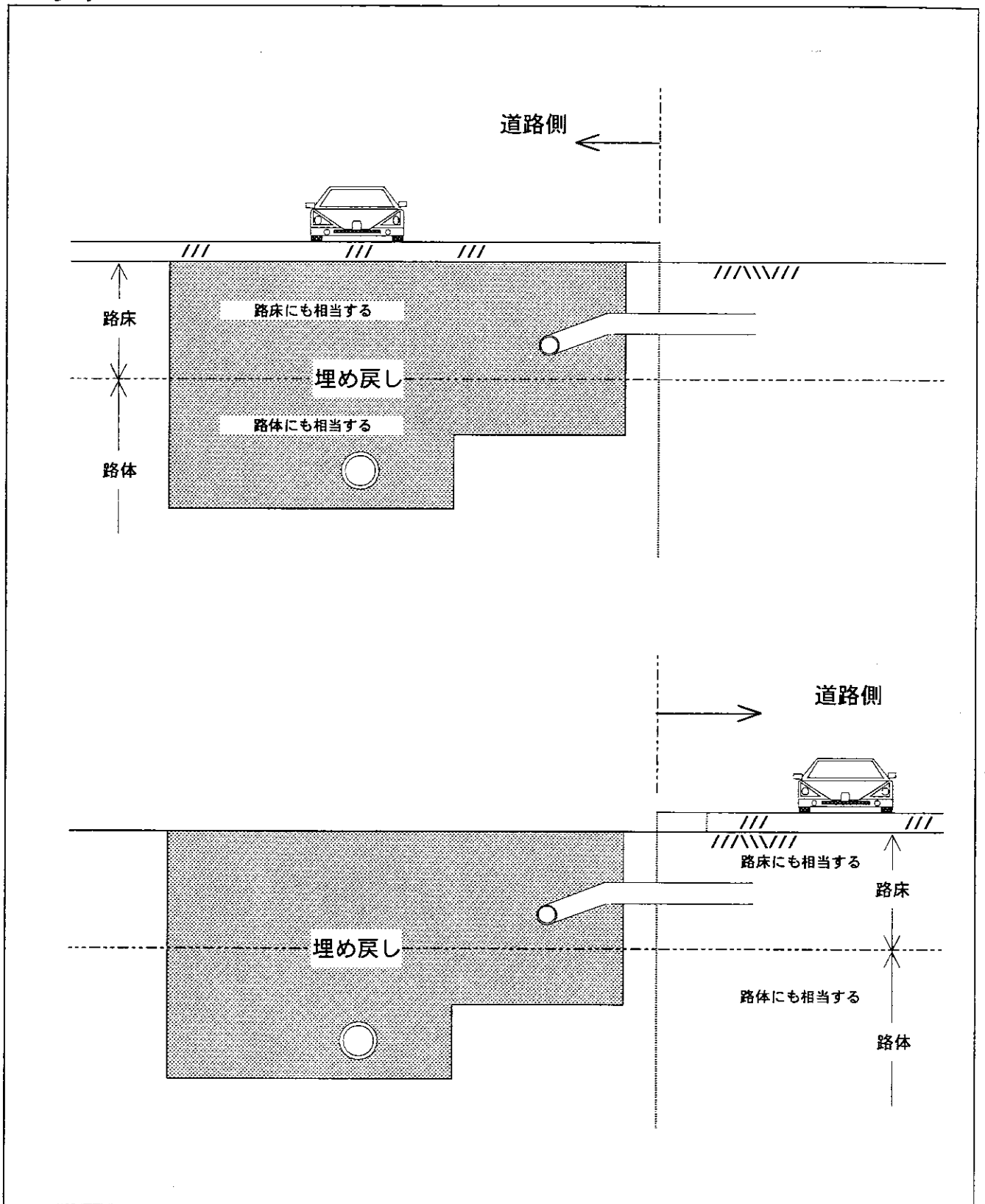
1)工作物の埋め戻し，土木構造物の裏込め，一般堤防の築堤については，その形状や構造により道路(路床または路体)とされる場合がある。

2)適用用途が複数にわたる場合には，それらのうちもっとも高い目標強度を適用する。

参考



参考



なお、『建設発生土利用技術マニュアル』でとりあげられているその他の工種(高規格堤防, 土地造成および水面埋め立て)は, 本手引き(案)では適用しない。

(5)改良機械

本手引き(案)で適用範囲とする施工規模が 1000m³ まで(1-3(6)項に後述)と, 比較的小規模であることと, 各種改良機械の処理能力(単位時間あたりの処理土量等), 施工単価, 必要とり廻し面積等を検討し, 決定した。施工規模から, 大型専用機械やプラント方式等是不経済であるため, 適用しない。

各機械の詳細については 3-3-1 項で後述する。

(6)対象土量

①添加量決定方法と施工規模

安定処理工法を用いて発生土を利用する際の, 添加量の決定方法には, 以下の 2 つの方法が挙げられる。

- 1)従来の配合試験を行って添加量を決定する方法
- 2)本手引き(案)の標準添加量一覧表より添加量を決定する方法

前者の方法は, 土質ごとに最適な添加量を求めるので最小限の添加量費用で施工することができる。ただし発生土を利用する際にはその都度配合試験を実施し, その結果を待って施工しなければならない。

これに対して後者の方法は, 代表的な土質ごとに十分な添加量(標準添加量)を与えているので, 添加量費用は若干多くかかるものの, 配合試験にかかる費用と時間を省略することができる。

②従来方式との経済比較

対象土量が多い場合には, 過大分の添加量費用が配合試験費用を上回ることから, 前者の方法を採った方が経済的となるが, 対象土量が少ない場合には, 後者の方法を採った場合でも過大分の添加量費用は少なく, 配合試験費用で相殺できると考えられる。また, 小規模工事では全体の工期に対し配合試験に費やす時間の負担が大きいため, 本手引き(案)を用いることによる工期短縮への効果は大きく, 総合的には有利であると考えられる。

利便性と経済性の比較検討, および現段階の標準添加量一覧表の精度から, 本手引き(案)では対象土量を一工事当たり概ね 1000m³ 以下とした。

ここで, 一工事とは契約単位における一工事であり, 一工事内で改良か所(工区)が複数となった場合でも, その合計土量が概ね 1000m³ 以下であれば適用できる。

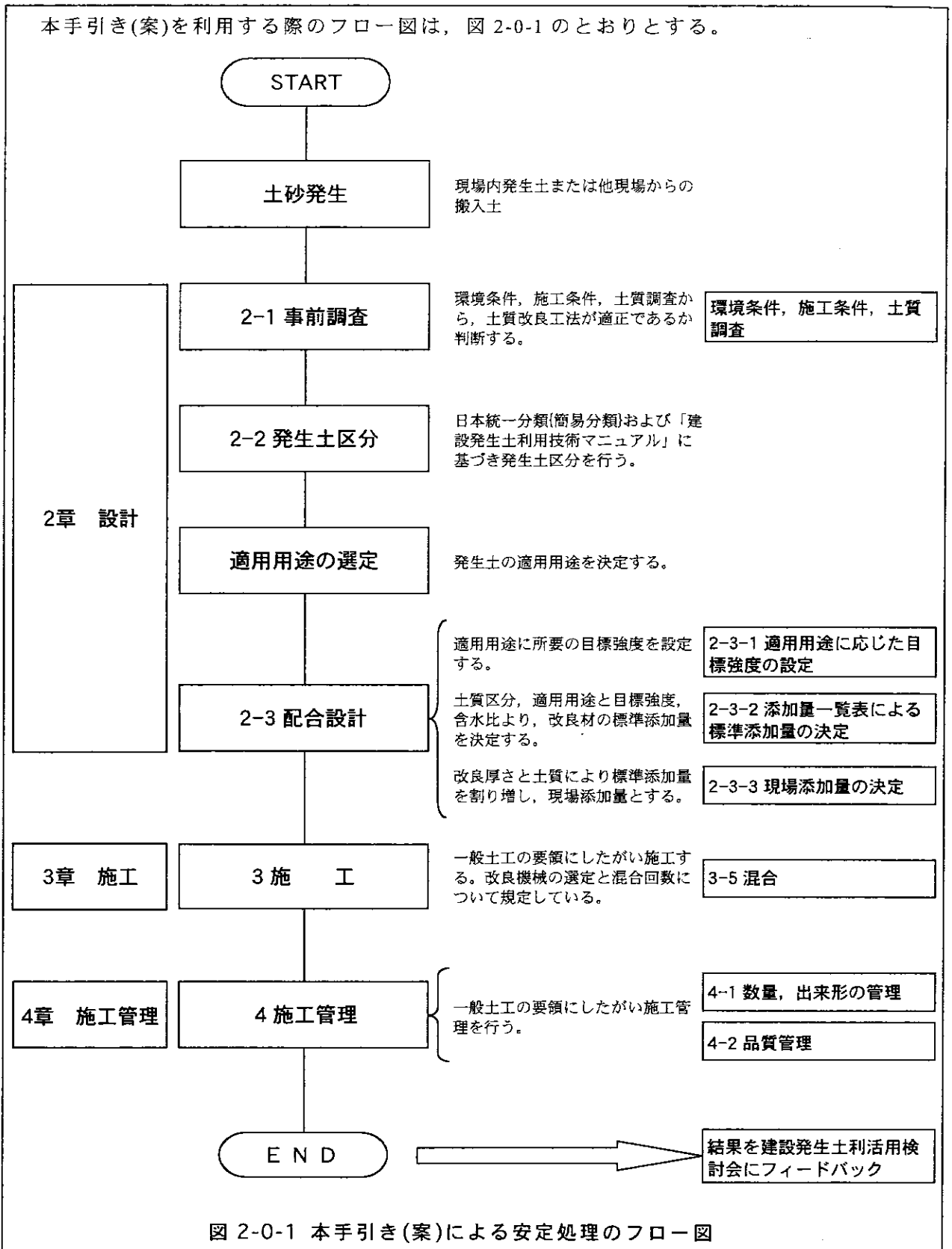
平成 10 年度に建設発生土検索システムに登録された工事のうち, 工事土量が 1000m³ 未満の

ものは、搬出工事では登録された工事数全体の 50.6%，搬入工事では同 61.4%を占めている。本手引き(案)はこれら工事すべてに適用できるとともに、大規模工事のなかの部分的な小規模土工にも適用できる。したがってこれら工事からの発生土を有効に利活用し、削減できる可能性がある。

③本手引き(案)の活用

対象土量が一工事で概ね 1000m³を越える場合は、従来どおり配合試験を行うことが望ましく、また経済的である。しかしながら、その場合にも、処分地の問題や添加量決定までの時間的な問題を解決することが必要な場合には、参考資料として活用は可能であると考えられる。

第 2 章 設計



【解説】

参考として、安定処理工法の設計から施工に至る一般的な手順を図 2-0-2 に示す。

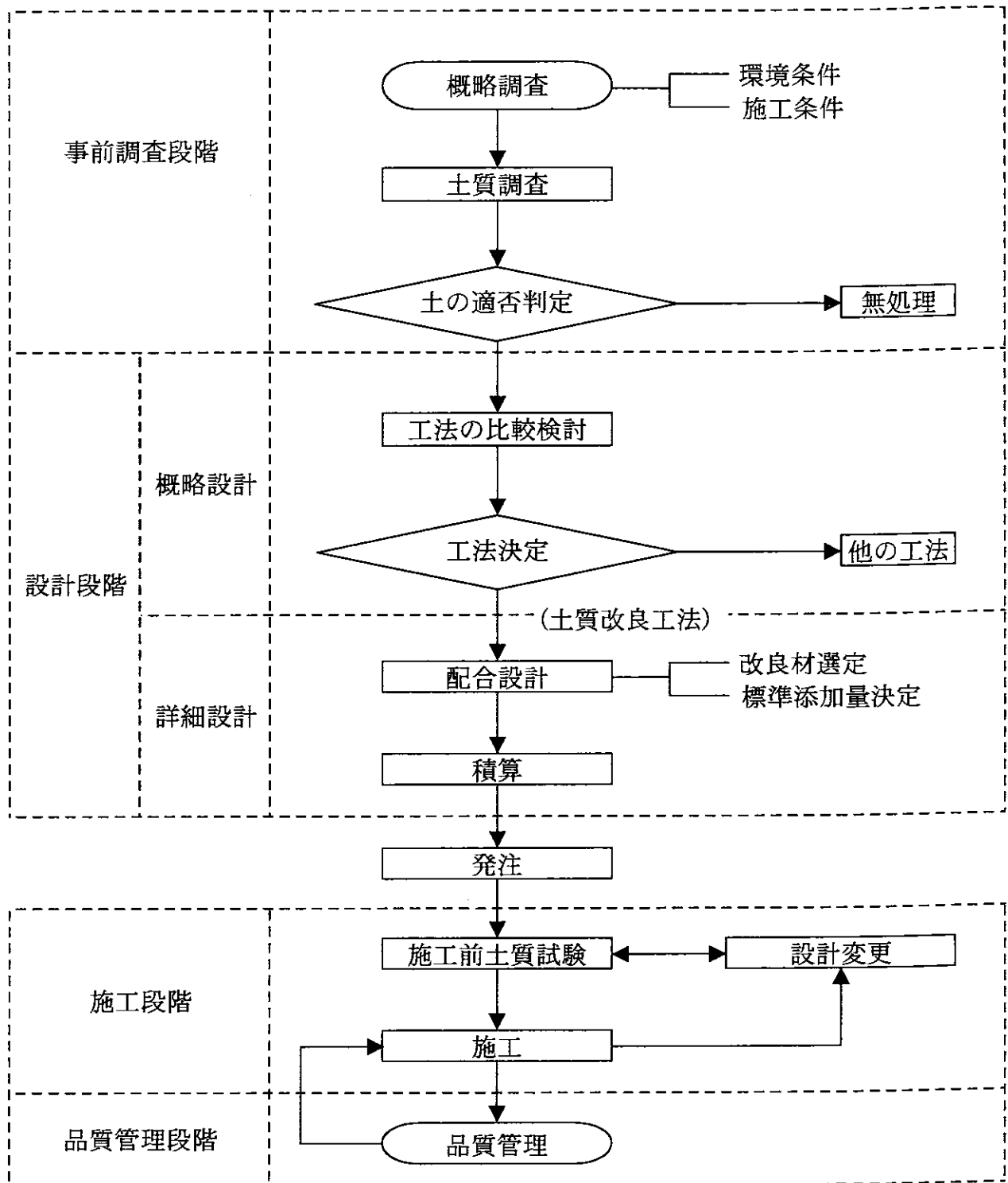


図2-0-2 一般的な安定処理工法のフロー図

2-1 事前調査

設計に入る前に、施工か所周辺の環境条件や施工条件および対象土質等を調査し、発生土の処理対策として安定処理工法が適正であるか判断しなければならない。

【解説】

(1)環境条件

安定処理工法は、セメント等の強アルカリ性の粉体を使用するため、粉じん公害や水質汚染等を生じる恐れがある。現場の状況を踏まえ、公害発生が懸念される場合には対策をたてる必要がある。

著しい問題が発生すると予想される場合には、他の工法への変更を検討する必要がある。

(2)施工条件

安定処理工法による改良効果は、土の自然含水比により大きく異なり、養生温度によっても効果の程度は異なる。このため施工予定時期の降水量、降水日数、気温等の気象条件や地形などを調査する必要がある。

施工体制を確立するため、改良材の入手や改良機械の保有状況等を予め調査し、適切な施工方法を検討しなければならない。

(3)土質試験

発生土に対して、設計に必要な土質試験を行わなければならない。

具体的な土質試験の方針を以下に示す。

- ①土質試験は1発生土(現場内発生土を含む)につき1回(表2-1-1に示す項目を一式)実施する。この際、砂礫や粘性土が不均質に混入していても、発生土全体を一つの土質と考える。既存資料等により土質が把握されている場合は省略してもよい。
- ②複数か所からの発生土をまとめて取り扱う場合には、全体を一つの土質として考える。また複数か所からの発生土を別々に処理する場合でも、性状が同じと考えられる場合にはいずれかの土質試験結果を代用してもよい。ただし土の含水比測定はそれぞれ行うものとする。
- ③土の含水比に関しては、施工直前の段階で再確認し、改良材添加量の決定に用いる。ただし、施工時期が事前調査から時間が経過しておらず、含水比の変化が少ないと判断される場合は省略してもよい。

事前調査の土質試験項目を表2-1-1に示す。土の力学試験は改良土を適用する土構造物の強度特性(必要強度、品質)に応じた試験を実施することとする。

特定の有機物等を一定量以上含む土は、改良材であるセメントの改良効果を低下させたり阻害することがあるため、有機物含有量試験、フミン酸含有量試験、pH試験等を

実施して検討を行っておくことが望ましい。

表 2-1-1 土質区分判定のための試験方法

試験項目		試験方法
物理試験	土の含水比試験	JIS A1203
	土の粒度試験	JIS A1204
	土の液性限界試験	JIS A1205
	土の塑性限界試験	
力学試験	締め固めた土のコーン指数試験*1)	JGS T 716
	適用用途ごとに指定される強度試験	各試験方法による

*1)ただし、1層ごとの突固め回数は、25回とする。(表2-1-2参照)

表 2-1-2 コーン指数試験用の測定方法

(「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」p.9/H9.12/(財)土木研究センターより一部加筆)

供試体 作製方法	試料	4.75mmふるいを通過したもの
	モールド	内径100mm×高さ127.3mm
	ランマー	重さ2.5kg
	突固め	3層に分けて突き固める。 各層毎に30cmの高さから25回突き固める。
測定	コーンペネトロメーター	断面積3.24cm ² 、先端角度30度
	貫入速度	1cm/sec
	方法	モールドをつけたまま、鉛直に5cm、7.5cm、10cm貫入したときの貫入抵抗力を求める。

2-2 発生土区分

発生土を利用する際には、以下の分類および区分にしたがい発生土区分を行うものとする。

- (1) 日本統一土質分類(簡易分類)による土質区分
- (2) 『建設発生土利用技術マニュアル』による発生土区分

【解説】

事前に調査した土質試験結果をもとに、土質区分(簡易分類)および発生土区分を行う。土質区分は表 1-3-1、発生土区分は表 1-3-2 にもとづいて行う。

ここで、表 1-3-1 および表 1-3-2 の灰色部に該当しない発生土は本手引き(案)の適用外とする。

室内コーン指数試験(発生土仕様)を実施していない場合は、他の力学試験(一軸圧縮強度、CBR 試験等)の結果および含水比より推定する。

得られた発生土区分が目視等と比較し、著しく異なるようであれば、改めて評価する。

発生土区分フロー図を以下に示す。

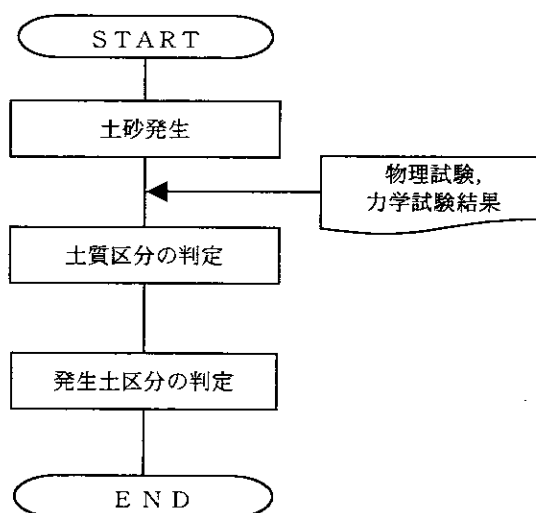


図 2-2-1 発生土区分のフロー図

地盤工学会による日本統一土質分類(簡易分類)は表 1-3-1 に、建設発生土利用技術マニュアルの土質区分基準は表 1-3-2 に示したとおりである。

発生土の区分は、表 2-1-1 に示す土質試験の結果と、表 1-3-1 による簡易分類を指標として判定する。具体的には、区分する時期および土の状態に応じて、以下の判定を行うことを原則とする。

- ① 発生土の土質区分は、コーン指数と日本統一分類を指標とし、判定する。なお掘削段階において、発生土の土質区分を行う必要があり、コーン指数を求めるために必要な試料を得られない場合には、日本統一分類と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から土質区分を概略判定する。さらに掘削後、所定の方法でコーン指数を測定して土質区分を

決定する。

- ②安定処理により土質改良を行った発生土を，別のか所へ運搬し利用する場合には，改良後の性状で再度試験を行い，コーン指数を指標とし，第1種～第4種改良土に判定する。なお，供試体作製方法，養生条件は，適用用途，改良工法および施工方法に応じて設定することが望ましい。
- ③含水比の低下や粒度調整など，物理的な処理や変化が生じた場合には，変化後の性状で再度試験を行い，コーン指数と日本統一土質分類を指標とし，改良土としてではなく，発生土として土質区分を判定する。
- ④適用用途がはっきりしている場合には，上記の試験のほかに，各機関の基準等に規定されている材料規定に適合するか否かを判定するための調査を実施することが望ましい。

発生土区分結果から，低い評価を受けた土であっても，適用用途に応じた施工上の工夫や，従来より用いられている含水比の低下，粒度調整等を行うことにより，多くの場合には何らかの用途に利用可能となる。

なお，やむを得ず土質試験を実施できない場合には，目視による土質分類や，簡易な分類試験を行う方法がある。また含水比試験は専用の乾燥炉でなくとも，土を加熱乾燥できるものであれば大体の値を得ることは可能なので極力実施することとする。

巻末付録 4 に土の見分け方としてシルトと粘土の簡易分類方法，および火山灰質粘性土の特徴を示す。

2-3 配合設計

2-3-1 適用用途に応じた目標強度の設定

建設発生土を改良土として使用する場合は、以下の改良目標を満足する必要がある。

- (1)発生土区分により、必要とされる強度
- (2)道路(路床)盛土に要求される材料強度規定

【解説】

(1)発生土区分により必要とされる強度

『建設発生土利用技術マニュアル』では、改良土の適用用途を表 2-3-1 のように規定している。

これによれば、改良処理によりコーン指数を 400kN/m^2 以上とすれば第 3 種改良土に区分され、路体盛土および一般堤防の築堤にそのまま適用できるようになる。またコーン指数を 800kN/m^2 以上とすれば第 2 種改良土に区分され、工作物の埋め戻し、土木構造物の裏込めにも適用できるようになる。

ただしここで示すコーン指数は発生土強度であり、最終的な現場強度とは必ずしも一致しない。

表 2-3-1 適用用途に所要のコーン指数

発生土区分		第1種改良土	第2種改良土	第3種改良土	第4種改良土
コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$		-	800以上	400以上	200以上
適用用途	一般堤防	◎	◎	◎	○
	道路(路体)盛土	◎	◎	◎	○
	土木構造物の裏込め	◎	◎	○	△
	工作物の埋め戻し	◎	◎	△	△

(凡例) ◎:そのまま利用可能なもの

○:施工上の工夫を行えば、利用可能

△:再安定処理や施工上の工夫を行えば利用可能

(「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」p.37/H9.12/(財)土木研究センターより一

部加筆)

(2)道路(路床)盛土に要求される材料強度規定

道路(路床)盛土には、交通荷重を支える目的から、表 2-3-2 のように設計 CBR 値により材料強度規定が設けられている。

表 2-3-2 区間 CBR と設計 CBR の関係(単位:%)

区間CBR値	設計CBR値
(2 以上 3 未満)	(2)
3 以上 4 未満	3
4 以上 6 未満	4
6 以上 8 未満	6
8 以上 12 未満	8
12 以上 20 未満	12
20 以上	20

(「アスファルト舗装要綱」 p.23/H5.1/(社)日本道路協会より)

建設発生土を路床盛土に利用する際には、上記の改良目標値を満たす必要がある。また、路体盛土等であっても材料強度が規定される場合もある。

2-3-2 添加量一覧表による標準添加量の決定

所要の強度まで改良するために必要な標準添加量を、土質、適用用途および改良目標強度、含水比、施工区分をもとに、標準添加量一覧表より求める。

【解説】

改良目標強度がコーン指数値および CBR 値で示される場合の標準添加量一覧表を表 2-3-3~表 2-3-6 に示す。砂質土{SF}、シルト{M}、粘土{C}、火山灰質粘性土{V}(日本統一土質分類{簡易分類}による分類)は、それぞれ異なった改良効果を示すことから、標準添加量は、各土質分類ごとに一覧表にした。標準添加量の決定手順を以下に示し、標準添加量一覧表の読み取り方の例を図 2-3-1 に示す。

(1)土質

2-2 節で得られた土質区分にしたがい、標準添加量一覧表を表 2-3-3~2-3-6 から選ぶ。

事前調査から長期間が経過している場合には、他の発生土の混入等によって土質に変化がないか注意する。

(2)適用用途と改良目標強度

適用用途と改良目標強度は、2-3-1 項で決定した値を用いる。

(3)含水比

標準添加量一覧表では、(1)土質と、(2)適用用途および改良目標強度に加え、(3)含水比を決定することにより標準添加量は決定される。

発生土を長期間に渡り仮置きしたり、気象の影響を受けた場合などには、含水比が変化することがある。含水比の変化は、土の改良後の強度に直接的で大きな影響を及ぼす。このため、対象土の土質性状が著しく変化している場合には、事前調査の結果から改良

材添加量を求めると過大となったり、過小となったりすることがある。

また標準添加量一覧表では、含水比が変化すると得られる標準添加量も異なる。

したがって施工にあたっては改良直前の土の含水比を確認することが望ましい。施工直前の含水比測定には電子レンジ法(付録 5 を参照のこと)等の簡便法を利用すると短時間で測定ができる。

なお、対象土の含水比が、標準添加量一覧表に記載されている含水比の範囲を超えている場合は次のとおりとする。

- ① 対象土の含水比が、標準添加量一覧表に記載されている含水比の範囲より小さい場合
 - 1) 記載されているもっとも小さい値(表の一番上の値)を使用する。含水比が少ない場合、安全側となるので問題ない。
- ② 対象土の含水比が、標準添加量一覧表に記載されている含水比の範囲より大きい場合
 - 1) 自然乾燥等により、含水比を調整し、一覧表の範囲内とする。
 - 2) 含水比を一覧表の範囲内に調整できない場合は適用外とする。

対象土の含水比は施工現場において日々変化するので、可能な限り含水比を測定し、現場添加量を随時見直すことが望ましい。

(4) 施工区分

ここでいう施工区分とは、一回に行う改良対象土量ごとに分けることをいう。施工区分は標準添加量を決定する上では必要ないが、対象土の土質性状や含水比の状態が大きく異なる部分は可能な範囲で分け、それぞれについて現場添加量を算定したほうが全体の添加量をより少なく抑えることができる。

表2-3-3 標準添加量一覧表 (砂質土{SF})

適用範囲:細粒分Fc=25 - 50%

適用用途	一般堤防の築堤	道路(路体)盛土	工作物の埋め戻し	土木構造物の裏込め					発生土強度	備考	
				道路(路床)盛土	1500	2250	3000	4550			7550
目標強度	qc値(kN/m ²)	400	800	1500	2250	3000	4550	7550	室内コーン指数 qc(kN/m ²)	qc=378×CBR	
	CBR値(%)	1.1	2.1	4	6	8	12	20			
	qc値(kN/m ²)	11	21	40	60	80	120	200		qc=10×CBR	
含水比 w (%)	改良材添加率(乾燥密度比%)								以上 未滿	おおむね 第3種 建設発生土 に相当	
	w ≤ 20	不要	1	1	2	3	4	5	700 ~ 800		
	20 < w ≤ 22	不要	1	1	2	3	4	6	600 ~ 700		
	22 < w ≤ 24	不要	1	2	3	4	5	6	500 ~ 600		
	24 < w ≤ 26	1	1	3	4	4	6	7			
	26 < w ≤ 28	1	2	4	5	6	7	7	400 ~ 500		
	28 < w ≤ 30	2	4	6	7	7	7	9			
	30 < w ≤ 32	2	4	6	7	7	8	9	300 ~ 400		おおむね 第4種 建設発生土 に相当
	32 < w ≤ 34	3	5	6	7	7	8	9	200 ~ 300		
	34 < w ≤ 36	3	5	7	7	8	8	-			
	36 < w ≤ 38	4	5	7	7	8	9	-	100 ~ 200		おおむね 粘土に相当
38 < w ≤ 40	4	6	8	8	9	10	-	100 未滿			
w > 40	-	-	-	-	-	-	-				

特記事項

- 1) 目標強度のうち、斜体のものは、備考にある換算式から求めた換算値である。
- 2) 道路(路体)盛土で、CBR値による強度指定がある場合は道路(路床)盛土を参照する。
- 3) -は適用外であることを示す。

表2-3-4 標準添加量一覧表 (シルト{M})

適用用途	一般堤防の築堤	道路(路体)盛土	土木構造物の裏込め 工物の埋め戻し	道路(路床)盛土					発生土強度	備考
				900	1350	1800	2700	4550		
目標強度	q _c 値(kN/m ²)	400	800	900	1350	1800	2700	4550	室内コーン指数	q _c =227×CBR
	CBR値(%)	1.8	3.5	4	6	8	12	20		q _c (kN/m ²)
	q _c 値(kN/m ²)	18	35	40	60	80	120	200		
含水比 w (%)	改良材添加率(乾燥密度比%)								以上 未滿	おおむね 第4種 建設発生土 に相当
	w ≤ 40	不要	3	3	5	6	7	9	300 ~ 400	
	40 < w ≤ 42	1	3	4	5	6	8	9		
	42 < w ≤ 44	1	4	4	6	7	8	10		
	44 < w ≤ 46	2	4	5	6	8	9	10	200 ~ 300	
	46 < w ≤ 48	2	5	6	7	8	9	11	150 ~ 200	
	48 < w ≤ 50	3	6	7	9	9	10	11	100 ~ 150	
	50 < w ≤ 52	3	6	7	9	9	10	12	100 未滿	
	52 < w ≤ 54	4	7	7	9	9	10	12		
	54 < w ≤ 56	4	7	8	9	9	10	12		
	56 < w ≤ 58	5	8	8	9	9	11	13		
	58 < w ≤ 60	5	8	8	9	10	11	13		
	60 < w ≤ 62	6	8	8	9	10	11	14		
	62 < w ≤ 64	6	8	9	9	10	12	15		
	64 < w ≤ 66	7	9	9	10	11	12	15		
	66 < w ≤ 68	8	9	9	10	11	13	16		
68 < w ≤ 70	8	9	9	11	12	14	18			
w > 70	-	-	-	-	-	-	-		おおむね 泥土に相当	

特記事項

- 1) 目標強度のうち、斜体のものは、備考にある換算式から求めた換算値である。
- 2) 道路(路体)盛土で、CBR値による強度指定がある場合は道路(路床)盛土を参照する。
- 3) -は適用外であることを示す。

表2-3-5 標準添加量一覧表 (粘性土{C})

適用用途	一般堤防の築堤	道路(路体)盛土	工作物の埋め戻し	土木構造物の裏込め	道路(路床)盛土				発生土強度	備考
					600	850	1150	1750		
目標強度	q _c 値(kN/m ²)	400	800	600	850	1150	1750	2900	室内コーン指数	q _c =145×CBR
	CBR値(%)	2.8	5.5	4	6	8	12	20		q _c =10×CBR
	q _u 値(kN/m ²)	28	55	40	60	80	120	200	q _c (kN/m ²)	q _c =10×CBR
含水比 w (%)	改良材添加率(乾燥密度比%)								以上 未満	
	w ≤ 40	1	2	1	2	3	5	7	200 ~ 300	おおむね 第4種 建設発生土 に相当
	40 < w ≤ 42	1	2	2	3	4	6	7		
	42 < w ≤ 44	1	3	2	3	4	6	8		
	44 < w ≤ 46	2	3	2	4	5	7	9	150 ~ 200	おおむね 粘土に相当
	46 < w ≤ 48	2	4	3	5	6	8	10		
	48 < w ≤ 50	3	6	4	6	8	9	11	100 ~ 150	
	50 < w ≤ 52	3	6	4	7	8	9	12		
	52 < w ≤ 54	3	7	5	7	8	10	12		
	54 < w ≤ 56	3	7	5	8	8	10	13	100 未満	
	56 < w ≤ 58	4	8	6	8	9	11	13		
	58 < w ≤ 60	4	8	6	8	9	11	14		
	60 < w ≤ 62	5	8	7	9	10	12	15		
	62 < w ≤ 64	5	9	7	10	11	13	16		
	64 < w ≤ 65	5	10	8	10	11	13	16		
w > 65	-	-	-	-	-	-	-			

- 特記事項
- 1) 目標強度のうち、斜体のものは、備考にある換算式から求めた換算値である。
 - 2) 道路(路体)盛土で、CBR値による強度指定がある場合は道路(路床)盛土を参照する。
 - 3) -は適用外であることを示す。

表2-3-6 標準添加量一覧表（火山灰質粘性土{V}）

適用用途	一般堤防の築堤	道路（路体）盛土	土木構造物の裏込め 工作物の埋め戻し	道路(路床)盛土					発生土強度	備考
				500	750	1000	1500	2500		
目標強度	q _c 値(kN/m ²)	400	800	500	750	1000	1500	2500	室内コーン指数	q _c =124×CBR
	CBR値(%)	3.2	6.5	4	6	8	12	20		q _c (kN/m ²)
	q _c 値(kN/m ²)	32	65	40	60	80	120	200	以上 未満	
含水比 w (%)	改良材添加率(乾燥密度比%)								200 ~ 300	おおむね 第4種 建設発生土 に相当
	w ≤ 50	1	3	2	3	5	7	9		
	50 < w ≤ 52	2	4	2	3	5	7	9	150 ~ 200	
	52 < w ≤ 54	2	4	2	4	5	7	10		
	54 < w ≤ 56	2	5	3	4	6	8	11	100 ~ 150	
	56 < w ≤ 58	2	5	3	5	7	9	12		
	58 < w ≤ 60	3	6	3	6	7	9	13	100未満	おおむね 粘土に相当
	60 < w ≤ 62	3	7	4	6	8	10	14		
	62 < w ≤ 64	4	8	5	7	9	11	16		
	64 < w ≤ 66	4	9	5	8	10	12	17		
	66 < w ≤ 68	5	9	6	9	10	12	17		
	68 < w ≤ 70	5	9	6	9	10	13	17		
	70 < w ≤ 72	6	10	7	9	11	13	17		
	72 < w ≤ 74	6	10	8	10	11	14	18		
	74 < w ≤ 76	7	11	8	10	12	14	18		
	76 < w ≤ 78	8	11	9	11	12	15	18		
	78 < w ≤ 80	9	12	9	11	13	15	19		
	80 < w ≤ 82	9	12	10	12	13	16	19		
	82 < w ≤ 84	10	13	11	12	14	16	20		
	84 < w ≤ 86	11	13	11	13	14	17	21		
86 < w ≤ 88	11	14	12	13	15	17	21			
88 < w ≤ 90	12	14	12	14	15	18	22			
w > 90	-	-	-	-	-	-	-			

特記事項

- 1) 目標強度のうち、斜体のものは、備考にある換算式から求めた換算値である。
- 2) 道路(路体)盛土で、CBR値による強度指定がある場合は道路(路床)盛土を参照する。
- 3) -は適用外であることを示す。

使用例
 砂質土(SF) 適用用途は道路路床 含水比32% 乾燥密度1.508g/cm³ コーン指数380kN/m²
 CBR値1%の不良土を、CBR12%(改良厚さ60cm)に改良する場合の標準添加量を求める。

標準添加量一覧表(砂質土{SF})

適用用途	一般埋防の築理	道路(路体)盛土	土木構造物の裏込み 工作物の埋め戻し	道路(路床)盛土							発生土強度	備考
				400	800	1500	2250	3000	4550	7550		
目標強度	qc値(kN/m ²)	1.1	2.1	4	6	8	12	20	室内コーン指数	qc=378×CBR		
	CBR値(%)	11	21	40	60	80	120	200	qc(kN/m ²)	qu=10×CBR		
含水比 (%)	w	改良材添加率(乾燥密度比%)							以上 未満	おおむね 第3種 建設発生土 に相当		
		w ≤ 20	不要	1	1	2	3	4	5		700~800	
		20 < w ≤ 22	不要	1	1	2	3	4	6		600~700	
		22 < w ≤ 24	不要	1	2	3	4	5	6		500~600	
		24 < w ≤ 26	1	1	3	4	5	6	7		400~500	
		26 < w ≤ 28	1	2	4	5	6	7	7			
		28 < w ≤ 30	2	4	6	7	7	7	8		300~400	
		30 < w ≤ 32	2	4	6	7	7	8	9			
		32 < w ≤ 34	3	5	6	7	7	8	9		200~300	
		34 < w ≤ 36	3	5	7	7	8	8	-		100~200	
		36 < w ≤ 38	4	5	7	7	8	9	-			
38 < w ≤ 40	4	6	8	8	9	10	-	100 未満				
w > 40	-	-	-	-	-	-	-		おおむね 泥土に相当			

① 発生土区分結果から対応する土質の標準添加量一覧表を選定する。(4枚のシートから1枚選ぶ)
 ここでは砂質土(SF)であるから、左表である。

② 適用用途と必要となる目標強度を設定する。
 ここでは適用用途は道路(路床)盛土、目標強度はCBR値12%である。

③ 事前土質試験結果の含水比を設定する。
 ここでは、含水比32%である。

④ 目標強度と含水比が交差する枠の値が、改良材添加率(乾燥密度比%)である。
 ここでは改良添加率は8%となった。

⑤ 得られた改良材添加率に、土の乾燥密度を乗じたものが標準添加量となる。
 ここでは、改良材添加率8%、乾燥密度1.508t/m³なので
 $1,508\text{kg/m}^3 \times 0.08 = 120.64 \approx 121\text{kg/m}^3$
 よって標準添加量は121kg/m³となる。

⑥ 得られた標準添加量に、割り増し率を乗じたものが現場添加量となる。
 下表より、砂質土{SF}で改良厚さ60cmの場合の割り増し率は0.2なので
 $121\text{kg/m}^3 \times (1+0.2) = 145.2 \approx 145\text{kg/m}^3$
 これを1㎡に換算すると、
 $145\text{kg/m}^3 \times 0.6\text{m} = 87\text{kg/㎡}$ となる。

特記事項 1) 目標強度のうち、斜体のものは、備考にある換算式から求めた換算値である。
 2) 道路(路体)盛土で、CBR値による強度指定がある場合は道路(路床)盛土を参照する。
 3) -は適用外であることを示す。

図2-3-1 標準添加量一覧表の読みとり方

2-3-3 現場添加量の決定

現場添加量の決定は、以下のとおりとする。

(1)現場添加量は、標準添加量より、以下の式で求める。

$$(\text{現場添加量}[\text{kg}/\text{m}^3]) = (\text{標準添加量}[\text{kg}/\text{m}^3]) \times (1 + \text{割増率} \alpha)$$

※現場添加量は小数点以下を四捨五入して使用する。

(2)最小添加量は $30\text{kg}/\text{m}^3$ とする。

【解説】

(1)標準添加量の割り増し

一般に施工時の改良材の添加量は、室内配合試験から求めた室内添加量に、施工上のばらつき等を考慮して割り増しが行われる。

これは、室内試験と現場施工における条件を調整するもので、

- ・施工機械と室内試験用混合機械の攪拌性能による混合の程度の相違
- ・養生温度の相違に起因する発現強度の差
- ・改良区域での土質の不均質性や含水比の相違による現場強さの変動

等を経験的に補完するものである。

割り増しの方法には、割り増し率を用いる方法と、現場/室内強度比を用いる方法等があり、各指針などに提案値が示されている。

今回行った調査の結果から、両者の方法で標準的な割り増しを行った場合には、同程度の安全性が得られることが確認された。また、施工機械による現場強度の差異は小さく、施工機械ごとに割り増し率を変える必要はないことが分かった。

このため本手引き(案)では、各指針の提案値や、施工の実態に合わせ、表 2-3-7 の割り増し率を用いることとした。

表 2-3-7 標準添加量一覧表を適用する場合の割り増し率 α

土質および条件等		割り増し率 α
改良厚さ < 50cm		0.15
改良厚さ \geq 50cm	砂質土(SF)	0.2
	粘性土(M, C, V)	0.3

割り増し率は、発生土の状態や性状、施工時の気象条件、施工機械等を考慮して行うものとし、各現場では必要に応じて多少の調整を加えてもよいものとする。

(2)最小添加量

改良材が少量の場合、均一な混合が難しいことから、現場添加量には最小添加量を設定し、これを $30\text{kg}/\text{m}^3$ とした。これにより、添加量一覧表と割り増し率より求めた現場添加量が、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ に満たない場合は、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ とする。

計算例)

条件: 発生土で道路(路床)盛土を行う。

- 1) 事前調査により周辺は粉塵などの問題はなく、安定処理工法が適用できる。土質試験によりセメントによる改良効果も期待できることが分かった。目標 CBR 値は 20%。含水比は 27%である。
- 2) 土質試験により発生土区分を行った。土質区分は砂質土{SF}で、発生土区分は第 3a 種発生土となる。含水比は 27%で、乾燥密度は 1.760g/cm^3 である。
- 3) 適用用途は道路(路床)盛土で、改良厚さは 70cm、目標 CBR 値は 20%である。

1. 標準添加量の決定

標準添加量一覧表を用いて標準添加量を決定する。

条件より、

適用用途: 道路(路床)盛土

目標 CBR 値: 20%

土質: 砂質土{SF}

含水比: 27%

であることから表 2-3-3 より、標準添加量は乾燥密度比で 7.0%である。

乾燥密度は $1.760\text{g/cm}^3 (=1.760\text{t/m}^3)$ であるから、標準添加量は、

$$1.760(\text{t/m}^3) \times 0.07 = 0.1232(\text{t/m}^3) = \underline{123.2(\text{kg/m}^3)} \text{ となる。}$$

2. 現場添加量の決定

現場添加量は以下の式で求められる。

$$(\text{現場添加量}) = (\text{標準添加量}) \times (1 + \text{割増率 } \alpha)$$

割り増し率 α は、改良厚さが 70cm であることから、表 2-3-7 より、 $\alpha = 0.2$ である。

標準添加量が $123.2(\text{kg/m}^3)$ であることから、現場添加量は、

$$(\text{現場添加量}) = 123.2(\text{kg/m}^3) \times (1 + 0.2) = 147.84 \approx \underline{148(\text{kg/m}^3)} \text{ となる。}$$

改良厚さを考慮すると、 1m^2 あたりの現場添加量は、

$$148(\text{kg/m}^3) \times 0.7(\text{m}) = 103.6 \approx \underline{104(\text{kg/m}^2)} \text{ となる。}$$

2-3-4 配合設計上の留意事項

配合設計にあたっては、下記事項に留意しなければならない。

(1)単位セメント量は、できるだけ少なくなるようにする。

【解説】

(1)単位セメント量

セメント改良土は、乾燥収縮にともなうクラックの発生が避けられないが、クラック幅が0.5mm以下であれば支持力機能に大きな影響はないといわれている。

クラック幅の違いは、セメント添加量に左右され、単位セメント量が多くなるほどクラック幅も大きくなる。

クラック幅を小さく抑えるために、たとえば路床などの場合には、改良目標強度を抑えたまま処理層厚を増すなどの構造的な対策も含めて検討し、できるだけ単位セメント量を少なくするようにする。

第3章 施工

安定処理工法の施工は設計の配合をもとに実施するが、現場における土質性状は一定ではなく、土質自体にも変化があり、含水比によっても変化する。

このため、施工に先立っては土質の変化に注意し、大きな変化が認められる場合には改良材添加量を見直すなどの対応が必要である。

安定処理の改良厚さは、施工性や経済性、改良機械および転圧機械の性能等によって決めるものとするが、一般的には一層あたり70cmまでとする。河川築堤については、仕上がり厚さ30cm程度を標準とする。

施工フローはおおむね次のようになる。

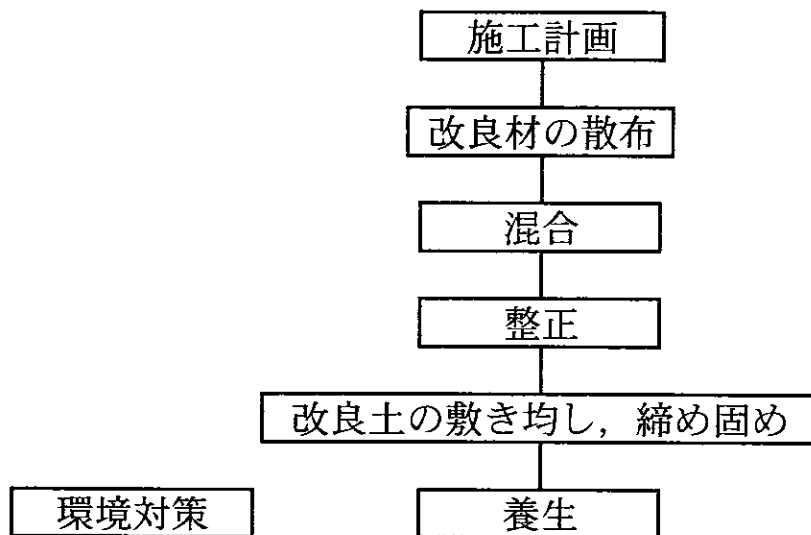


図 3-0-1 施工フロー図

3-1 施工計画

安定処理工法は入念な施工計画にもとづいて施工しなければならない。施工計画に際しての主な留意点は、次のとおりである。

- (1) 気象・地形・地下水等施工環境に応じた計画をたてること。
- (2) 土質の変化や含水比の変化に注意すること。
- (3) 現場条件に適合した散布方式を採用すること。
- (4) 現場条件に適合した改良機械を選定すること。
- (5) 十分な排水対策を講じること。
- (6) 施工に支障となる巨礫・木根等を除去すること。

【解説】

(1) 施工環境

安定処理工法は、安定な気象条件のもとで施工されることが重要な条件である。施行中に降雨にあえば改良土の含水比が乱れ、結果的には所要の強度の変動となって現れる。

地下水もその水位や対象土の性状により含水比に影響を与える。地形を利用した排水計画・施工順序など、施工環境に応じた合理的な計画を立てなければならない。

(2) 土質の確認

事前調査から時間が経過したり、新たな発生土の混入があった場合には、対象土全体の土質が変化している場合がある。土質が大きく変わったり、乾燥や降雨等により含水比が著しく変化したと考えられる場合には、必要となる改良材添加量も変化するため、必要に応じて設計段階に戻り土質の確認を行う。とくに含水比の変化には注意する。

(3) 散布方式の選定

散布機による方法もあるが、小規模土工では人力による散布(機械を併用する)が主流である。

人力による散布の特徴は、対象土の土質が悪くても比較的均一な散布ができることであるが、散布に時間がかかる欠点ももつ。

人力散布は予め、おおまかに改良材を配置する必要がある。これは車輛等により行うが、改良面が軟弱で、車輛による小運搬が困難な場合は、接地圧の小さい履带式機械による小運搬を行う。

(4) 改良機械の選定

選定上の課題となるのは施工現場の形状・規模、対象土の軟弱度合いと改良深さである。(「3-3-1 改良機械」を参照)

施工現場が広く直線的であればスタビライザが有効であり、狭く不定形であればバックホウ型が有効である。対象土が軟弱であれば、その程度によって履带式あるいは泥上式が選定される。

(5)排水対策

排水対策は対象土の含水比を下げ、トラフィカビリティを改善するとともに、改良材の効果を高めるので必ず実施しなければならない。

排水対策は水の状態(表面水、地下水、湧水)により、次のような方法がある。

1)素掘り側溝の設置

施工時および養生期間中に多量の水があると、施工不能や強度発現の遅れなどが起こるため、素掘り側溝により表面水や地下水の排水を行う。

2)排水ポンプの設置

地形上、自然排水が不能な場所では排水ポンプ等で強制排水する。

3)盲暗渠の設置

改良層の中や直下に湧水がある場合や、地下水位が高い場合には、盲暗渠で排水する。

(6)巨礫・木根等の除去

発生土の処理を行う際、異物(草根、木片、金属片、布、プラスチック、鉄筋など)や、コンクリート塊またはアスファルト塊などのガラが混入していることがある。

ロータリー内蔵型バケット方式およびスタビライザ方式の場合、これらの異物やガラが混入していると、回転刃に噛み込んで停止したり、破損することがある。発生土中に巨礫が多く混入する場合も同様な問題が生じる。

これにより最悪の場合には改良機械の修理や整備のために工程が中断する恐れもある。

したがって改良施工効果および混合作業に悪影響をおよぼす、これら(改良機械にもよるが、おむね 50mm 以上の混入物異物、ガラ、巨礫、鉄筋等)については除去しなければならない。

盛土部の場合は、掘削現場より搬出し盛土したものを改良するため、掘削時に巨礫・木片等を取り除く。この場合、運搬は通常ダンプトラック等によるので、土取り場でバースクリーン等にて巨礫・木片等を取り除くとよい。

切り土部や原地盤に混入物等がある場合の施工は、状況に応じて草木伐根やブルドーザ等により巨礫の除去を行う。

また、泥岩等、掘削時には岩塊であってもスレーキングによって細粒化するような岩の場合には、土取り場でブルドーザ等の履帯でできるだけ破碎し、細粒化させて盛土現場に搬入することが望ましい。

3-2 改良材の散布

改良材は、所定の添加量を均一に散布しなければならない。

【解説】

改良材は一般的に乾燥状態で使用され、これら改良材は袋詰め、フレコンパック、バラ積み(ローリー)等の荷姿で搬入される。

現場周辺的环境条件により粉じんの発生を抑えなければならない場合等には、工法を工夫したり、改良材を粒状のものにするなどの対策をする。

なお、降雨時は散布を行わない。天候が不安定な場合には散布延長を少なくとり、降雨時にはすみやかに中断できるように配慮する。

3-2-1 改良材の散布方法

改良材の散布方法は主として人力散布とし、改良材の荷姿により、次のように分ける。

(1)袋詰め

(2)フレコンパック

【解説】

発生土が仮置きで山積みになっている場合は、敷き均して改良面を作り、散布することが望ましいが、用地が無い場合には、最初は少なめに散布するなどしてなるべく均一な混合ができるようにする。なお、ここに挙げた2つの荷姿のほか、ダンプトラック等によるバラ積みからの散布方法等の方法がある。

(1)袋詰め

散布に先立ち、一袋の改良対象土量を計算して袋を配置する。配置は改良面に線や升目を記して目安とする。

計算例 1)

条件:処理層厚さ 20cm, 1m³あたりの添加量が 104kg/m³の場合。

1m²あたりの添加量は、改良厚さが 20cm であることから、

$$104(\text{kg}/\text{m}^3) \times 0.2(\text{m}) = 20.8(\text{kg}/\text{m}^2)$$

1袋あたりの面積を求めると、

$$25(\text{kg}/\text{袋}) \div 20.8(\text{kg}/\text{m}^2) = 1.201... \approx 1.2(\text{m}^2/\text{袋})$$

故に 1.2m² に 1袋の配置となる。

(2)フレコンパック

袋詰めによる場合に準ずるが、フレコンパックの配置にクレーン等が必要となる。

3-3 混合

混合方式、改良機械の選定は、対象土の土質性状をはじめ、作業条件、改良材の種類、工事規模等に適合したもので、かつ経済性を考慮して行わなければならない。

【解説】

混合方法は作業形態によって次のように分類される。

- (1)原位置混合方式
- (2)プラント混合方式
- (3)その他の混合方式

このうち、プラント混合方式は大規模な施設が必要となるため、本手引き(案)が対象とする小規模土工には一般に適さない。したがって本手引き(案)の混合方式としては原位置混合方式を主たる方式とする。表 3-3-1 に原位置混合方式とプラント混合方式の比較を示す。

その他の混合方式としては対象土の掘削時に改良材との混合を行う地山混合方式などがある。

表 3-3-1 混合方式の比較

項目	原位置混合方式	プラント混合方式
対象土の土性	<ul style="list-style-type: none"> ・対象となる土の性質に応じた混合機械が開発されている。 ・巨礫等は除去する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般に粒状土，砂質土に適用される。 ・大きな土塊(5cm以上)を多量に含む場合や，粘着力の大きい粘性土では，それぞれ粉碎や強制乾燥等の予備処理が必要となる。 ・計量のしやすさが要求される。 ・巨礫等は除去する必要がある。
作業能力	<ul style="list-style-type: none"> ・土質に応じて異なるが，路床(改良厚さ30cm)の場合200~300m²/時程度である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機種に応じて異なるが，40~600t/時程度である。
改良材の混合性と その管理	<ul style="list-style-type: none"> ・混合性を現場で確認する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・均一な混合性が得られる。 ・混合性の管理が容易である。
現場・環境条件	<ul style="list-style-type: none"> ・改良材が粉体の場合，スモーキングの対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・スモーキングの発生はない。 ・周辺への騒音等の対策が必要な場合がある。 ・プラント用の敷地，電力，給水設備が必要である。 ・設置場所により土運搬経路が長くなることがある。

(「土質改良マニュアル」p.52/S60.3/(社)北陸建設弘済会より)

3-3-1 改良機械

本手引き(案)を利用して行う改良施工は，以下の改良機械のいずれかを使用することとする。

- (1)標準バックホウ
- (2)ロータリー内蔵型バケット付バックホウ
- (3)スタビライザ

【解説】

原位置混合方式は原地盤や道路上に改良材を散布し，改良機械により改良材と対象土を混合する方式である。本手引き(案)は小規模土工に適用することから，比較的小型で汎用性の高い改良機械を使用することとした。以下にそれぞれの特徴について示す。

(1)標準バックホウ

バックホウによる改良は，粉体系の改良材を発生土の上に散布し，通常の土工用バケットにより混合攪拌を行うものである。

バックホウは本来掘削機械であることから，バックホウを用いて混合攪拌を行う際，他の改良機械を用いた場合と比較すると混合の程度は悪く，強度も不均質である。

できるだけロータリー内蔵型バケット方式等を選択することが望ましいが，ロータリー内蔵型バケットは，ガラや礫が多く混入する場合などには選択できない場合もある。

バックホウを使用する際には改良材の混じり具合，混合攪拌の目安等を決め，きめ細かな施工管理を行うことによって均質となるようにするか，予め改良材の割り増し率を多めにするなどの処置を検討することが望ましい。

標準バックホウの概要図および主な特徴を図 3-3-1 に示す。


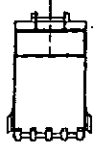

標準型バックホウ方式	
概要図	
	
施工量	 施工:バケットによる掻き起こし 最大混合深さ60~70cm (0.7m ³ バケット)
工法特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用機械。 ・ガラなどの異物にも対応可能。 ・アームの届く範囲は施工可能。

図 3-3-1 標準バックホウ方式の概要図

(2)ロータリー内蔵型バケット方式

ロータリー内蔵型バケットは、バックホウのバケット内部に混合用の回転刃(ロータリー)を設けたものであり、バケット内の回転刃を回転させることにより改良材と対象土の混合攪拌を行う機械である。これにより改良材と発生土は、通常のバケットを使用する場合と比較して、より細かく粉碎されるため、混合の程度もよい。

ロータリー内蔵型バケットは、汎用バックホウに取り付けるアタッチメントの一種で、回転刃の配線・配管を行うことで使用できる。

留意点として、コンクリートガラや大きな礫が多く混入する場合、回転刃に挟まったり、損傷させたりすることがある。施工に影響すると考えられる場合は、それらを予め取り除くなどの処置が必要である。

ロータリー内蔵型バケット方式の概要図および主な特徴を図 3-3-2 に示す。


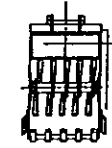
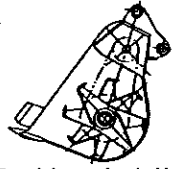
ロータリー内蔵型バケット方式	
概要図	
	
施工量	 <p style="text-align: center;">施工:バケット内旋回</p>
	最大混合深さ60~ 70cm (0.7m ³ バケット) 時間当たりの施工量=25~50m ³ /h
工法特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースマシンがバックホウ。 ・定量混合が可能。 ・アームの届く範囲は施工可能。

図 3-3-2 ロータリー内蔵型バケット方式の概要図

(3)スタビライザ方式

スタビライザ方式は、敷き均された建設発生土の上に粉体系の改良材を散布し、その上を回転刃のついた自走機械(スタビライザ)で混合攪拌しながら走行し、発生土の改良を行うものである。広範囲を一律に改良施工する場合に向いている。

ロードスタビライザは、路床の安定処理などのように、発生土を所定の強度まで改良する場合に用いられる。

泥上スタビライザは、改良する土砂が軟弱で、ロードスタビライザではトラフィカビリティの問題で施工が困難な場合に用いられるものであり、機械の接地圧が非常に小さいことから、主に泥土を対象とした処理に用いられている。

スタビライザ方式の概要図および主な特徴を図 3-3-3 に示す。

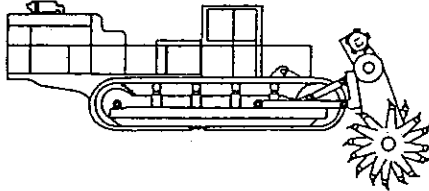
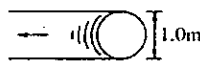
スタビライザ方式	
概要図	
	 施工:本体の走行
施工量	改良深度=最大100cm 時間当たりの施工量=70~120m ³ /h
工法特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ $q_c \geq 300\text{kN/m}^2$ ・ $q_c \geq 5\text{kN/m}^2$ (泥上履帯式)

図 3-3-3 スタビライザ方式の概要図

3-3-2 改良機械の選定

改良機械の選定については、下記事項に留意しなければならない。

(1)土の性質(トラフィカビリティ、混礫の程度)

(2)改良厚さ

(3)適用用途(一般盛土の築堤、工作物の埋め戻し、土木構造物の裏込め、路床盛土、路体盛土)

【解説】

現場改良機械の選定にあたっては、対象土の性質、改良厚さ、施工規模、機械の保有状況等を調査し、選定するものとする。表 3-3-2 に各改良機械を適用する際の特徴を示す。

表 3-3-2 改良機械の特徴一覧表

改良機械		バックホウ方式	ロータリー内蔵型バケット方式	スタビライザ方式
対象土質	第3種建設発生土	○	○	○
	第4種建設発生土	○	○	△
発生場所	広い	△	○	○
	狭い	○	○	○
発生土量	多い	×	×	○
	少ない	◎	◎	△
作業範囲の大きさ	広い	○	○	◎
	狭い	○	○	×
工期	長期間の施工が可能	○	○	○
	短期間で施工が必要	△	○	○
1日あたりの処理土量	多い	×	○	◎
	少ない	△	○	△
周辺環境への配慮	粉塵対策が必要	△	△	○
	振動・騒音対策が必要	○	△	△
混合攪拌性能		△	○	◎
施工規模に対する処理費用	0~100m ²	○	○	△
	100~500m ²	△	△	○
	500~1000m ²	△	△	○

◎..非常に適しているまたは非常に優れている。
 ○..適しているまたは優れている。
 △..留意すれば対応可能である。
 ×..不適当であるまたは劣っている。

3-3-3 混合回数

混合回数は表 3-3-3 を目安とし、混合むらをできるだけ少なくしなければならない。

【解説】

現地調査を行い、対象土と改良材を均一に混合するために必要な混合回数を決定した。ただし土質や含水比等の条件により、混合の程度は大きく異なるので、混合後の仕上がり状態の目安を目視や粒度により表 3-3-4 のように規定する。混合回数はこれらを満足するように適宜加減することが望ましい。

(1)混合回数

1)バックホウ方式

バックホウ方式による施工手順は、ロータリー内蔵型バケット方式に準ずるものとするが、その施工形態から混合回数を規定することが難しいことから、主として表 3-3-4 を目安として混合後の仕上がり状態を目視等により確認しながら行うものとする。

2)ロータリー内蔵型バケット方式

ロータリー内蔵型バケット方式による混合の回数は、掻き起こし、ロータリーによる混合攪拌の2段階にわけ、それぞれ砂質土(SF)では掻き起こしを1回と混合攪拌を2回、また粘性土(M, C, V)では掻き起こしを2回と混合攪拌を5回と規定する。

ここで掻き起こしとは、対象土と改良材の混合攪拌を容易にするためにあらかじめ掘り起こすことをいい、混合攪拌とは回転刃を回転させながら対象土と改良材をすくい取り、混合することをいう。

表 3-3-3 標準的な混合回数

対象土質	砂質土(SF)	粘性土(M, C, V)
バックホウ方式	手順はロータリー内蔵型バケット方式に準じ、仕上がりは表3-3-4を目安とする。	
ロータリー内蔵型バケット方式	掻き起こし 1回 混合攪拌 2回	掻き起こし 2回 混合攪拌 5回
スタビライザ方式	1回通過	

表 3-3-4 混合後の仕上がり状態の目安

目視による管理	全体に均一な色調を帯び、含水比や粒度にむらがないこと。
粒度による管理	土塊の50mmふるい通過率が80%程度以上であること。



写真 3-3-1 良好な仕上がり状態の例

3)スタビライザ方式

スタビライザによる混合の回数は通過回数により規定し、通常 1 回通過とする。混合むらの多い場合や含水比調整等が必要な場合には 2 回通過とする。移動速度および回転刃の回転速度はとくに規定しないが、土質や改良深さを考慮し、十分に混合される速度とする。

3-3-4 混合作業上の留意事項

混合作業は下記に留意しなければならない。

- (1)継ぎ目の施工
- (2)混合深さの確認

【解説】

(1)継ぎ目の施工

スタビライザによる混合時に、隣り合う改良列の継ぎ目に練り残しが残ることがある。これを防ぐため、混合幅を 10~15cm 程度重ねて施工する。重ね幅をとり過ぎると能率が下がるので、注意する。

道路部の施工等では縦方向の施工継ぎ目を作らないように注意する。

(2)混合深さの確認

原位置混合の場合、施行中の混合深さは、目印(案内棒)によって調整しているが、路面の凹凸や勾配等により混合深さが変化することがある。このためときどき混合か所を掘り、深さを確認することが望ましい。

3-4 整正

整正は平坦で所定の仕上げ面が得られるように整形しなければならない。

【解説】

改良材の散布、混合により乱された施工表面は、グレーダまたはブルドーザ等で所定の仕上げ面に合わせ整形しなければならない。

改良材を混合し締め固めた土は、養生期間の経過とともに強度も増加し、とくに改良材添加量の多い富配合土はかなり高強度となる。このため養生期間が経過した後でグレーダ等を用い仕上げ面の切削を行うとしても困難となる場合もあるので、最終締め固め前の整形時期は注意しなければならない。

3-5 改良土の敷き均し・締め固め

改良土の敷き均し・締め固めを行う場合は、ただちに改良土の性状にあった施工機械により、所定の管理基準にしたがい敷き均し・締め固めを行う必要がある。

【解説】

建設発生土を安定処理する場合、「改良後一定期間養生した後埋め戻すケース」と「改良直後に埋め戻すケース」とが考えられる。

「改良後一定期間養生した後埋め戻すケース」については、養生後の改良土は、セメントにより強度が発現した状態であり、再利用する際の敷き均し・締め固め方法および裏込め方法については、一般的な粘性土の施工手順に準じて施工を行う形となる。改良直後の改良土は、強度に比較して含水比が高い状態にあり、鋭敏比も高いことから、オーバーコンパクションを生じやすく、施工に際しては、施工機械の選択や転圧回数に注意を払う必要がある。

また、「改良直後に埋め戻すケース」では、「改良後一定期間養生した後埋め戻すケース」以上に入念に対処する必要がある。

改良直後の改良土では、セメントの強度はまだ発現していないが、セメントの添加にともない相対的に含水比が低下するので、一般には問題とならない。

しかし改良前の発生土の含水比が高い場合や、セメントの添加量が少ない場合には、改良前の発生土性状と類似した状態(ときには更に軟弱化した状態)にある。このようなときには、接地圧の小さい施工機械を用いて慎重に施工を行う必要がある。

表 3-5-1 に改良土および発生土の品質区分と締め固め機械の適応表を示す。

また、盛土施工(一般堤防の築堤を含む)を行う際の「敷き均し」「締め固め」方法と裏込め施工(工作物の埋め戻しを含む)方法の要点を以下に示す。

表 3-5-1 改良土および発生土の品質区分と締め固め機械の適応表

処理土の品質区分	締め固め機械			
	普通ブルドーザ	湿地ブルドーザ	タイヤローラ	振動ローラ
第2種処理土	○	×	○	○
第3種処理土	○	△ ^{*1}	△ ^{*2}	△ ^{*2}
第4種処理土	×	○	×	×

○...使用できるもの

△...注意を要するもの

×

*1 締め固め不足に注意

*2 オーバーコンパクションに注意

(土木研究所資料 第 3407 号「建設汚泥再利用技術暫定マニュアル(案)」より抜粋)

(1)敷き均し

改良土の敷き均しを行う場合の敷き均し厚は、改良土の品質、締め固め機械と施工方法および要求される締め固め度などの条件により異なる。

(2)締め固め

改良土の敷き均しを行う場合の敷き均し厚は、改良土の品質、締め固め機械と施工方法および

要求される締め固め度などの条件により異なる。締め固め作業に用いる作業機械は、一般の盛土材料と同様にトラフィカビリティーにより限定される。改良土および発生土の品質区分と締め固め機械の適応表は、前述の表 3-5-1 のとおりである。

また、改良土および覆土のり面の施工も、一般の盛土施工と同様に可能な限り機械を使用して十分に締め固め、かつ設計断面を満足するように仕上げなければならない。施工サイクルとしては、一日の工事で締め固めまでを完了させ、盛土材を締め固めない状態のまま放置しないように注意する。

(3)裏込め

裏込めは、小型ブルドーザー、人力などにより平坦に敷き均し、仕上げ厚は原則として 20cm 以下とし、入念な締め固めを行う。

3-6 養生

混合土は転圧締め固め完了後所定の強度を得るまで養生しなければならない。養生中は車輛の乗り入れ規制等を行う。

【解説】

一般に安定処理工法では特別な養生を行うことはないが、養生期間は養生条件(気温、湿度、養生方法等)により異なるため、所定の強度が発現するまでは車輛の乗り入れ制限等の処置が必要である。荷重载荷にあっては、あらかじめ支持力を測定し、設計強度以上であることを確認する。

養生期間は、配合試験供試体養生期間を参考に、養生条件を検討して定めた日数を目安とする。

セメント系改良材を使用する場合で、夏期の高温時や降雨が続くようなときには、混合土の含水比変化、有害なクラック発生、雨水による侵食等を防止するためビニール膜、シート、アスファルト乳剤等で被覆養生する場合もある。

3-7 環境対策

安定処理工法の施工にあたっては、周辺環境への影響を考慮する。とくに下記事項には十分留意し、必要ならば対策をとらなければならない。

(1)粉じん対策

(2)水質汚染対策

(3)植生対策

【解説】

現場および周辺の状況を調べ、周辺環境への問題が懸念される場合には、それぞれ対策をたてる必要がある。

安定処理工法で発生すると考えられる環境問題としては、使用材料がセメント等の強アルカリ性の粉体(またはそれに類するもの)であることから、主として粉じんの問題と水質・土壌の汚染問題が挙げられ、以下に示すような影響が考えられる。

1)人体への影響

セメント粉末は強いアルカリ性により、皮膚や粘膜を傷めるので直接皮膚に触れないようにする。

- (a)作業にあたっては防じん眼鏡、マスク、手袋、タオル等で顔面や手を保護する。
- (b)作業終了後は手や顔を洗淨する。

2)動植物への影響

一般に農産物や樹木の生育に適するといわれる水素イオン濃度(pH)は、中性(pH7)~弱酸性(pH4~6)の範囲である。これに対して改良材は pH12 程度と、強いアルカリ性を示す。このため土質改良層を通過した水および改良面を流れたり、溜まった水は高い水素イオン濃度を示す。この水が用水路や池沼に流入すると、強アルカリ性により人体同様、動植物に悪影響が生じる恐れがある。

また粉体により周辺に飛散した場合も、直接動植物の皮膚や表面に付着するため、悪影響となる。

施工中は飛散を極力抑えるように配慮し、また施工後初期段階においては、アルカリ分が降雨・地下水等により溶出し、付近の土壌や水系に流れ込むことがあるので十分注意する。

(1)粉じん対策

現場混合方式における粉じんの発生を少なくするための方法には、次のようなものがある。

1)袋詰め改良材の使用

袋詰めのを人力で散布する方法が最も粉じんの発生が少ないが、一般的には能率を考慮して、フレコンバック詰めのをバックホウ等でおおまかに散布し、人力で敷き広げることが多い。可能な限り散布か所までバックのまま運ぶようにする。

2)混合方法に関する対策

スタビライザによる混合の際には、フードのサイドプレートは施工厚さに合わせて調整しておく。

3)天候に関する注意

あらかじめ強い風が吹くことが予想されているときの改良は、改良材が直接飛散することが考えられるので、なるべく避けた方がよい。

(2)水質汚染対策

対策方法のいくつかを示す。

1)改良面を長期間放置しない

改良面を長時間放置しておくで雨水などでアルカリ分が溶出するので、改良施工後はできるだけ早く路盤や覆土などの施工を行う。

2)施工時に法面や側溝に改良材をこぼさない

改良材が路肩、法面、側溝等にこぼれていると、雨水や側溝の水によってアルカリ分が溶出する。施工時には改良材の飛散は注意し、飛散した場合にはただちに片付けるようにする。

3)スモーキング防止処置を施す

施工時に粉じんの飛散が問題となりそうな近隣の池等は、シートなどであらかじめ覆うなどの処置をとる。

4)用水路の処置を施す

一時的に用水路の水素イオン濃度が高くなり、問題が生じる恐れのあるときは、下流域の用水利用か所の取水口を閉め、溶解水が流入しないようにする。この場合には取水中断による弊害が出る恐れもあるので注意する。

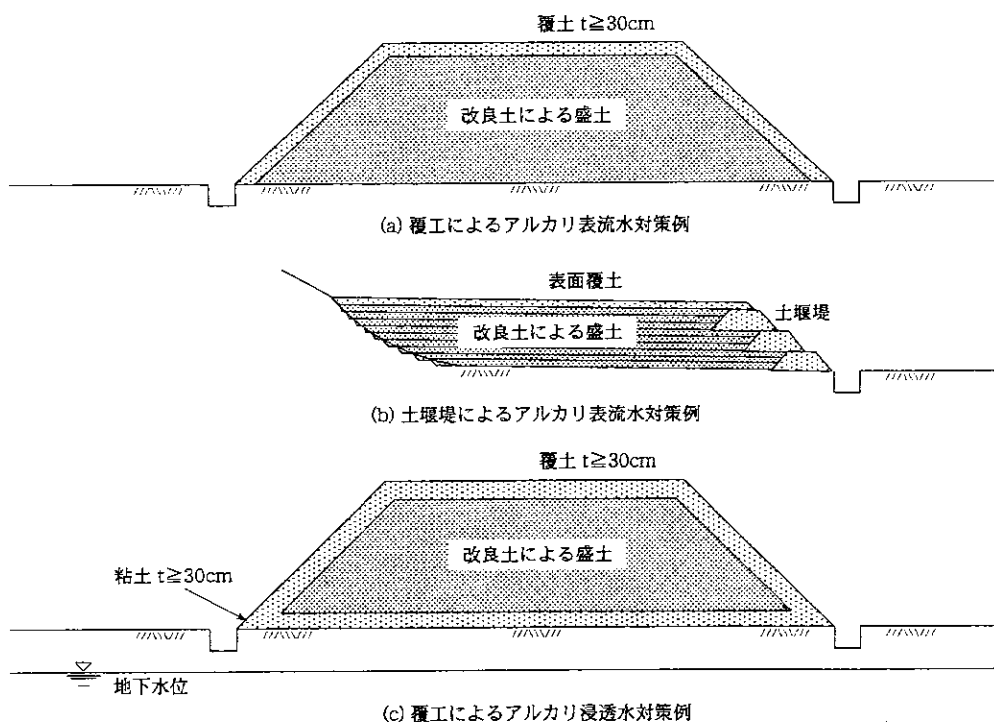


図 3-7-1 覆土・敷土による対策例

(廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用－(社)地盤工学会より抜粋)

5)土による緩衝作用を利用する

水素イオン濃度の高い水が非改良土中を通過すると、土と反応したり、吸着されたりするので水素イオン濃度の低下が期待できる。

水素イオン濃度の高い水は、50~100cm の非改良土層を通過させるか、または素掘り側溝や用水などで土の面と接して流すようにする。(U字溝のようなコンクリート製品の水路では水素イオン濃度の低下は期待できない。)素掘り側溝や用水を利用する場合には、水を利用する場所(水田、養魚場、池沼などの取水口)までの距離をできるだけ長くとる。

汚染水は希釈により水素イオン濃度が下がる(中性に近づく)ので、素掘り側溝や用水の流量が多い場合には希釈効果によるアルカリ性の緩和が期待できる。

いずれの方法を用いる場合でも、現場付近の流水の水素イオン濃度の変化は十分把握しておかなければならない。

(3)植栽対策

締め固められた改良土は、強度、通気性・透水性および水素イオン濃度の面から、植栽対象基盤として適さない場合が多い。一般土でもそうであるが、高強度の基盤では根の進入が困難となり、通気性・透水性の不良な基盤では、根腐れを起こしやすくなる。また、改良土では水素イオン濃度が高く(アルカリ性が強い)、一般に植物の良好な育成は期待できない。そのため、何らかの対策工が必要となる。

対策工としては、基盤上への客土、排水工および基盤の耕運がある。また、改良土を用いた植栽対象基盤においては、アルカリ性環境に強い樹種の選定が有効な場合もある。

図 3-7-2 に客土工・排水工の例を示す。

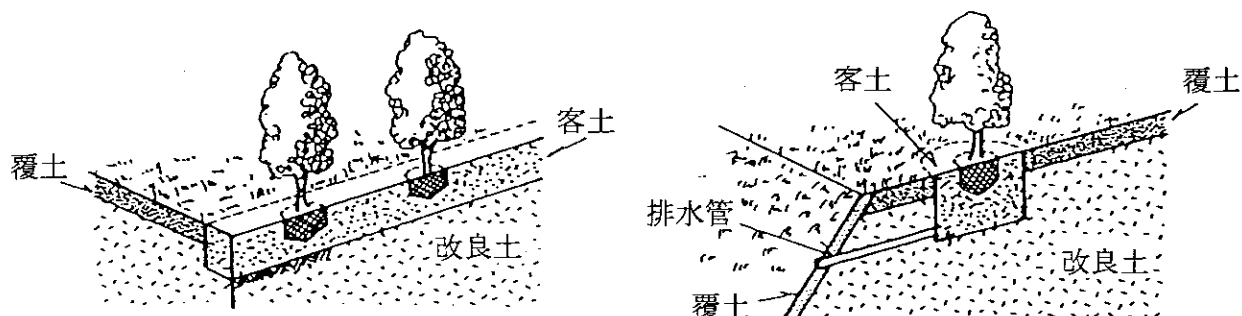


図 3-7-2 客土工・排水工の例

(土木研究所資料 第 3407 号「建設汚泥再利用技術暫定マニュアル(案)」より抜粋)

3-8 施工手順(施工事例)

以下の3種の方式による、施工手順例を示す。

(1)標準バックホウ方式またはロータリー内蔵型バケット方式

(2)スタビライザ方式

【解説】

施工例として、建設発生土を普通ポルトランドセメントにより改良する場合の、施工手順の例を示す。

なお、標準バックホウ方式とロータリー内蔵型バケット方式は、混合攪拌の方法以外は共通の手順となるため、まとめて示した。

(1)標準バックホウ方式またはロータリー内蔵型バケット方式による施工手順

ここでは、原位置安定処理工法の一例として、「標準バックホウ方式」または「ロータリー内蔵型バケット方式」により建設発生土を改良して、発生か所に埋め戻すケースについて施工フロー、および施工概念図を示し、それぞれの工程の概要を示す。例として上下2層に分割して施工する場合を示した。

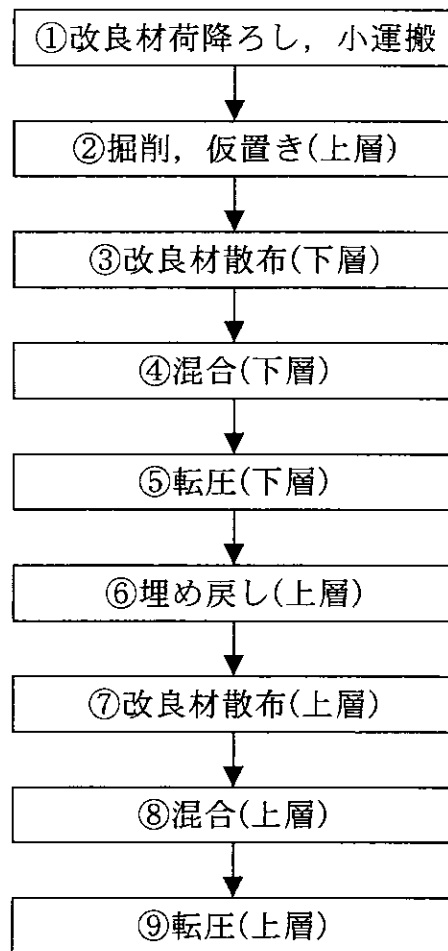
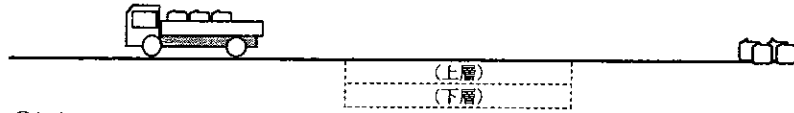


図 3-8-1 標準バックホウ方式またはロータリー内蔵型バケット方式による施工フロー図

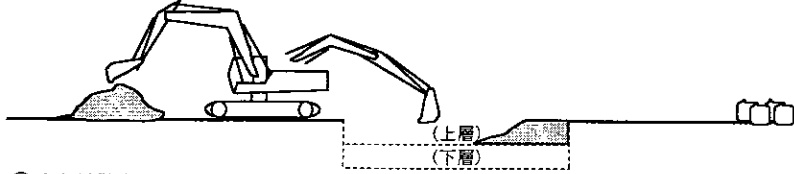
①改良材荷降ろし，小運搬

トラックにて搬入された改良材を荷降ろしし，改良現場へ小運搬する。



②掘削，仮置き(上層)

改良対象の上層を掘削し，仮置きする。



③改良材散布(下層)

改良対象基面(下層)に，改良深度に応じた量の改良材を散布する。



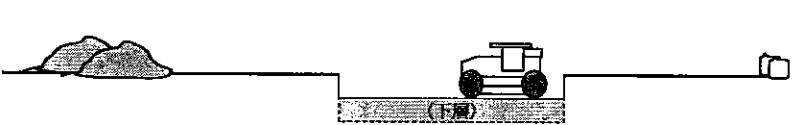
④混合(下層)

散布された改良材と対象土(下層)をバックホウ(またはロータリー内蔵型バケット)で掘削しながら混合し，均一になるようにする。仕上りの混合程度は表3-5-3を目安とする。



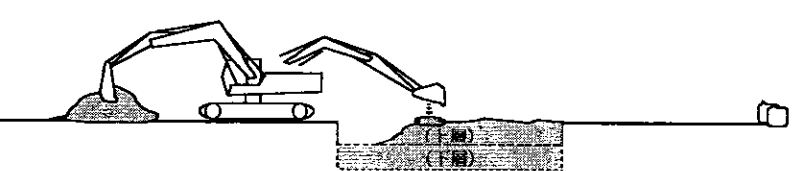
⑤転圧(下層)

下層混合終了後，転圧を行う。



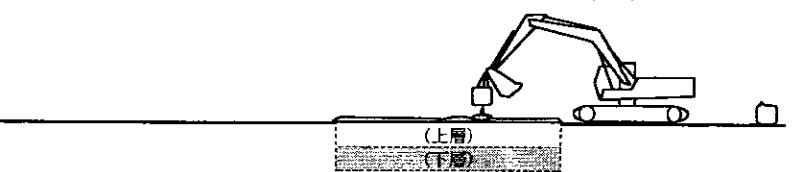
⑥埋め戻し(上層)

仮置きされた発生土(上層)を発生か所(下層)に埋め戻す。



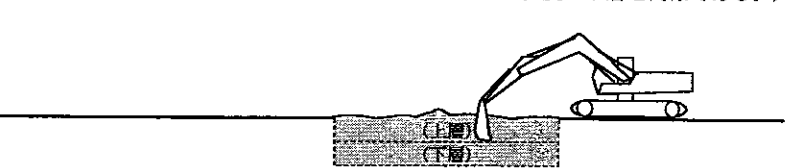
⑦改良材散布(上層)

改良対象基面(上層)に，改良深度に応じた量の改良材を散布する。



⑧混合(上層)

散布された改良材と発生土(下層)をバックホウ(またはロータリー内蔵型バケット)で同時に掘削し，均一となるよう混合する。(混合の程度は下層と同様である。)



⑨転圧(上層)

混合終了後，転圧を行う。



図3-8-2 標準バックホウ方式またはロータリー内蔵型バケット方式による施工概念図

(2)スタビライザ方式による施工手順

ここでは、発生土を原位置で、「スタビライザ方式」により安定処理を行い、路床または路体材料として利用する場合について施工フローおよび施工概念図を示し、各工程の概要を示す。

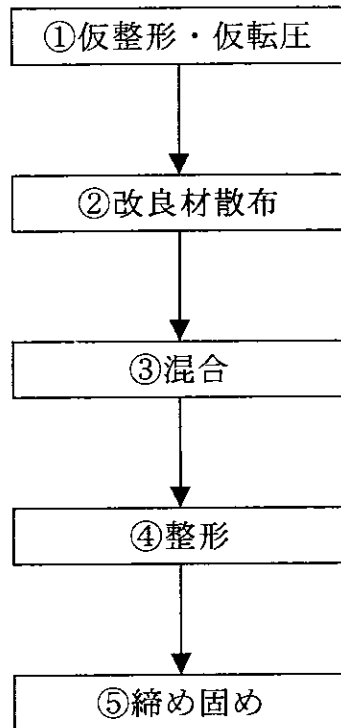
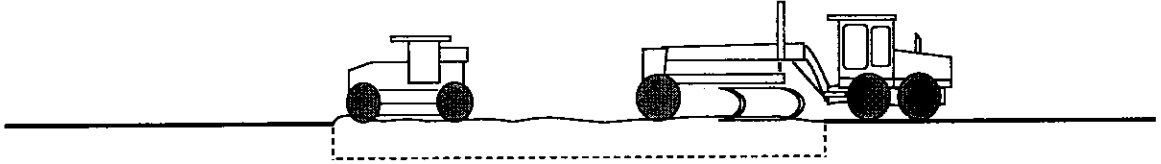


図 3-8-3 スタビライザ方式による施工フロー図

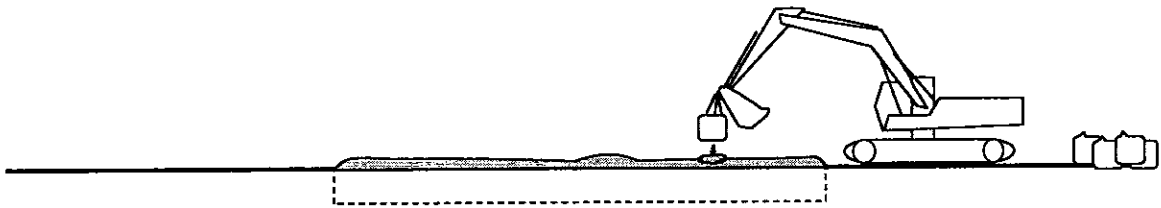
①仮整形・仮転圧

改良対象基面に起伏のある場合や、土質が不均質な場合等には、タイヤローラやモーターグレーダ等により仮整形・仮転圧を行う。



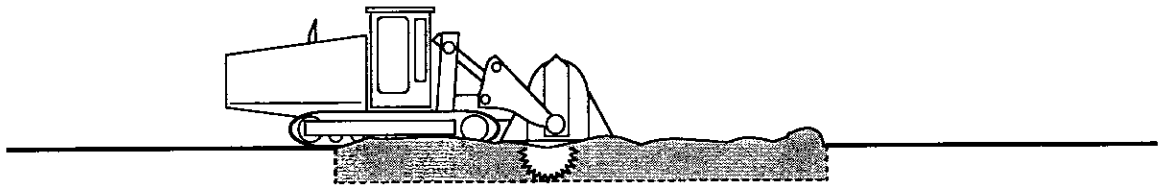
②改良材散布

改良対象基面に、改良深度に応じた量の改良材を散布する。



③混合

スタビライザにより改良材と対象土の混合を行う。施工中は適宜混合幅と改良深さの確認を行う。



④⑤整形・締め固め

改良材の混合により乱された施工表面は、グレーダまたはブルドーザ等により所定の仕上げ面に合わせ整形する。整形終了後ただちにローラまたはブルドーザにより締め固めを行う。

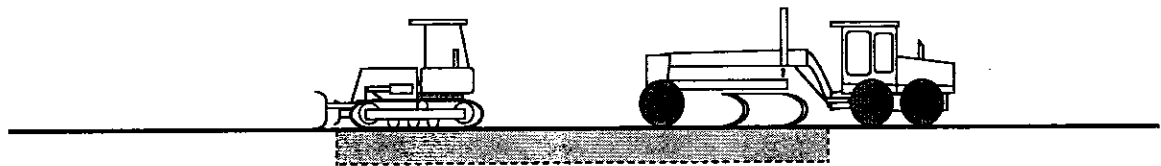


図3-8-4 スタビライザ方式による施工概念図

第4章 施工管理

4-1 数量，出来形の管理

改良土の施工数量および出来形の管理は以下の項目について行うものとする。

(1)改良材散布量

(2)出来形管理

(3)写真整理

【解説】

改良土は改良材の添加を除いては他の一般材料と同様の扱いにより各適用用途に使用される。したがって数量や出来形の管理については改良材散布量の管理を除いては一般的な土工に準じるものとする。

(1)改良材散布量

改良材散布量は改良範囲全体に所定の改良材が均一に散布されるように管理しなければならない。

散布方法が人力か機械かにより異なるが，散布量を算定し均一に散布するため，散布面積と改良材添加量の確認をしなければならない。確認は 1 回の改良面積ごとに，使用した空袋の数量を記録するなどの方法により行う。

(2)出来形管理

出来形の管理は各適用用途に所要の出来形基準にもとづき管理しなければならない。

改良厚さの管理は施行中に機械を止め，混合深さをスタッフ等にて測定するか，混合完了後にオーガーまたはツボ掘り等で確認する方法がある。表 4-1-1 に出来形基準の例を示す。

表 4-1-1 出来形基準

工種		規格値					
		基準高さ (mm)	施工厚さ t(mm)	幅 w(mm)	法長($\phi < 5m$) (mm)	法長($\phi \geq 5m$) (mm)	延長 L(mm)
地盤改良工	路床 安定処理工	±50	-50	-100	-	-	-200
河川土工	盛土工	-50	-		-100	-	-
道路土工	路体盛土工 路床盛土工	±50	-		-100	法長-2%	-

(「北陸地方建設局土木工事共通仕様書」付録10/H.10.4/北陸地方建設局建設技術協会より抜粋)

(3)写真整理

写真管理の内容および頻度は、一般土工に準じるものとし、おおむね表 4-1-2 のとおりとする。

より詳細な内容については、「北陸地方建設局土木工事共通仕様書 付録 11 写真管理基準(案)」等を参照のこと。

表 4-1-2 写真管理基準

項目	被写体	撮影条件	
施工	1 不陸整正	施工機械の作業中全景	
	2 散布		散布区画割りおよび散布量 混合深さ(適宜)
	3 混合		
	4 整正・転圧		
	5 養生	混合, 整正, 転圧, 養生の 状況	
	6 排水状況		
試験	1 土質調査(土取り場等)	各試験ごとに試験機 および設備, 試料	
	2 現場管理試験		

4-2 品質管理

改良土の品質は、一般的な土工の品質管理基準を適用する。また所定の改良土の品質管理基準を満足するものとする。

【解説】

改良土には、一般土と同様の施工管理を適用する。一般的な土工の品質管理基準を表 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 一般的な土工の品質管理基準および規格値

工程	種別	試験区分	試験項目	試験方法	規格値	試験基準	摘要	
表層安定処理工	施工	必須	表層混合処理	土の含水比試験	JIS A 1203	-	1回/施工日	改良対象土の状態。混合の難易度の判定。
				改良材の量と混合程度	-	-	1回/施工日	混合の均一性。全体量は納入伝票で確認。
				現場密度または飽和度	JIS A 1214	築堤路体 $X_{10} \geq 85\%$ 路床 $X_{10} \geq 90\%$	1工事あたり3回以上。	均一性の確保。転圧方式回数の修正。測定位置は改良層の上面とする。
				粉碎度	-	50mmふるい通過量が80%以上	1回/施工日	混合の難易度の判定
				混合土の一軸圧縮試験 ・変状土CBR試験	JIS A 1216 JIS A 1211	-	現場密度または飽和度試験に準ずる。	一軸圧縮強度...築堤等 変状土CBR...路床
				ブルーフローリング	アスファルト舗装要綱	-	仕上げ後、全幅全区間について実施する。	-
				平板載荷試験 または現場CBR試験	JIS A 1215 JIS A 1222	-	延長40mにつき1か所の割り合いで行う。	養生日数と強度。測定位置は改良層の上面とする。
				コーン貫入試験	静的コーン貫入試験 (土質工学会参照)	-	-	強度確認。測定位置は改良層の上面とする。
河川・海岸土工	施工	必須	現場密度の測定または飽和度の測定(粘質土)	JIS A 1214	最大乾燥密度の85%以上。または設計図書に示された値。	1回以上。	1回とは3点の平均値。	
				またはRI計器を用いた盛土の締め固め管理要領(案)	1管理単位の現場乾燥も都度の平均値が最大乾燥密度の90%以上。または設計図書による。	築堤は、1日の1層あたりの施工面積を基準とする。管理単位の面積は1500m ² を標準とし、1日の施工面積が2000m ² 以上の場合は、その施工面積を2管理単位以上に分割するものとする。1管理単位あたりの測定点数の目安を以下に示す。 ・施工面積500m ² 未満...5点 ・施工面積1000m ² 未満...10点	先の規格値を満たしていても、規格値を著しく下回っている点が存在した場合は、監督職員の承諾を得て、再転圧を行うものとする。	
		その他	土の含水比試験	JIS A 1203	-	降雨後または含水量の変化が認められたとき。	-	
			コーン指数の測定	舗装試験法便覧	-	トラフィカビリティが悪いとき。	-	
道路土工	施工	必須	現場密度の測定または飽和度の測定(粘質土)	最大粒径 $\leq 53\text{mm}$...JIS A 1214 最大粒径 $>53\text{mm}$ 舗装試験法便覧	路体は最大乾燥密度の85%以上。路床は最大乾燥密度の90%以上。その他、設計図書による。	1回以上。	1回とは3点の平均値。	
				またはRI計器を用いた盛土の締め固め管理要領(案)	路体・路床とも1管理単位の現場乾燥密度の平均値が最大乾燥密度の90%以上。または設計図書による。	路体・路床とも、1日の1層あたりの施工面積を基準とする。管理単位の面積は1500m ² を標準とし、1日の施工面積が2000m ² 以上の場合は、その施工面積を2管理単位以上に分割するものとする。1管理単位あたりの測定点数の目安を以下に示す。 ・施工面積500m ² 未満...5点 ・施工面積1000m ² 未満...10点	先の規格値を満たしていても、規格値を著しく下回っている点が存在した場合は、監督職員の承諾を得て、再転圧を行うものとする。	
				ブルーフローリング	舗装試験法便覧	-	路床仕上げ後、全幅全区間について実施する。ただし現道打ち換え工事、仮設用道路維持工事は除く。	-
		その他	現場CBR試験 平板載荷試験	JIS A 1222 JIS A 1215	-	各車線ごとに延長40mについて1か所の割り合いで行う。	-	
			土の含水比試験	JIS A 1203	-	降雨後または含水量の変化が認められたとき。	-	
			コーン指数の測定	舗装試験法便覧	-	トラフィカビリティが悪いとき。	-	

4-2-1 締め固めの管理

改良後に締め固めた改良土については、締め固め管理を行う。

(1)締め固め管理の方法

以下の試験方法から対象土質および測定精度等を考慮して、個々の現場に適した方法を採用する。

- 1)砂置換法による土の密度試験方法 <砂置換法>
- 2)突き砂による土の密度試験方法 <突き砂法>
- 3)コアカッターによる土の密度試験方法 <コアカッター法>
- 4)RI計器による土の密度試験方法 <RI法>

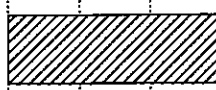
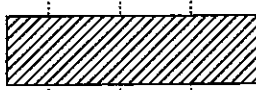

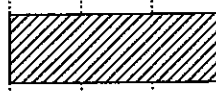
一般的に粗粒土の盛土に対しては密度比を指標とし、細粒土の盛土に対しては空気間隙率または飽和度を指標とする。たとえば以下のような土質性状に該当する場合には空気間隙率または飽和度を採用する。

- ①土質が一定せず、基準となる最大乾燥密度の決定が困難である。
- ②施工含水比を最適含水比付近まで調整することが困難である。
- ③乾燥程度によって最大乾燥密度や最適含水比が変化する。
- ④スレーキングによる沈下が問題となる。

それぞれ試験方法により、試験の精度、費用および対象土質が異なるため、現場に適した試験方法を選択する。

各試験方法の特徴を表 4-2-2 に示す。また各試験方法の測定精度、費用等の比較を表 4-2-3 に示す。

表 4-2-2 各現場密度試験方法の方法、特徴

試験方法 <略称> 規格・基準	適用範囲				原理	特徴
	巨石 粗石	礫	砂	シルト 粘土		
砂置換法による土の 密度試験方法 <砂置換法> JIS A 1214					静かに 乾燥砂を 充填する	標準的な手法であり、広い分野で用いられている。特定の測定用具と粒度調整した置換用の砂を準備し、両者に対して体積や密度の検定が必要となる。測定用具は比較的安価。孔壁を乱さぬよう、試験孔(置換孔)を慎重に作成する必要がある。孔壁がはらみ出すような自立性の低い地盤には不適。
突き砂による土の 密度試験方法 <突き砂法> JGS 1611					準動的に 乾燥砂を 置換する	砂置換法よりも迅速性に優れ、高速道路やフィルダムなどで用いられている。粒度調整した置換用の砂に対して密度の校正が必要である。測定用具に特殊なものは用いない(安価)。砂置換法と同様に、試験孔の慎重な作成と地盤の自立性が重要。含水比の高い砂質土や、粗粒分が多
コアカッターによる 土の密度試験方法 <コアカッター法> JGS 1613					定体積の 容器を 土に 圧入する	上記の各方法と比べ、試験孔を必要としないので、迅速性に優れる。高速道路や宅地造成などで用いられている。測定用具は安価。コアカッターが支障なく貫入できることが要件。よって、改良土の場合強度が増加しすぎて貫入不能となる可能性がある。
RI計器による土の密 度試験方法 <RI法> JGS 1614					放射線 (γ 線) の特性 を利用	密度・含水比とも短時間に測定できるので、即座に乾燥密度が求められる。高速道路を始め、広い分野で利用されるようになってきた。測定用具は上記の各方法と比べて非常に高価であり、取り扱いにも注意を要する。非破壊試験法であり、技巧や熟練度をあまり必要としない。改良土に対しても問題なく試験可能である。

(地盤調査法p.384/H7.12/(社)地盤工学会より一部加筆)

表 4-2-3 各現場密度試験の精度および費用等の比較

試験方法名 (略称)	比較項目			
	試験時間	容易さ	試験費用	試験精度
砂置換法	△	△	○	△
突き砂法	△	△	◎	◎
水置換法	×	×	○	×
コアカッター法	○	○	○	△
RI法	◎	◎	×	△

(2)締め固め管理の確認頻度

改良土の施工管理規定に対する確認頻度は、単位施工面積ごとに数回と規定されているだけで、材料が変化した際には特に規定されていない。

しかし本手引き(案)にしたがい発生土の安定処理を行った場合は、土質や含水比により標準添加量が変わることから、添加量が変わった場合ごとにも締め固め管理の確認を行う必要がある。

4-2-2 改良強度の確認

(1)改良強度試験

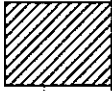
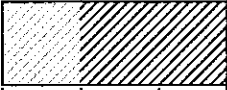
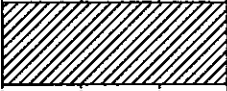

改良強度の確認は、以下のような力学試験によって行う。各試験の特徴を表 4-2-4 に示す。

- 1)コーン指数試験
- 2)CBR 試験
- 3)平板載荷試験

改良強度は、養生条件(気温、降雨、養生方法等)により異なるため、「養生」の項では所要の強度が得られるまで、荷重載荷を制限することになっている。したがって、確認のための強度試験を実施する時期は養生終了後(セメントの場合は改良後 7 日めとなる。)に行うことを基本とする。

改良土を他現場へ搬出する場合には、第 2 種ないし第 3 種改良土としての品質を有していることを確認しなければならないが、改良ピット等において混合攪拌した場合、締め固めもしくは転圧がされていないため、室内コーン指数試験を実施し、改良土としての品質を保証する。

表 4-2-4 改良強度試験の特徴

試験方法 〈通称〉 規格・基準	適用土質			原理	特徴
	巨礫 粗礫	礫 砂	シルト 粘土		
ポータブルコーン貫入試験 JGS 1431				先端コーンを人力により貫入させ貫入抵抗を求める。	実際の地盤の強さを求める際や、トラフィックカテゴリーを判定する際に用いられる。人力によるため、貫入速度や貫入の傾きが変化したりすると、測定値が変化してしまう。
現場CBR試験 JIS A 1222				鋼製円柱形ピストンを載荷装置により地盤に貫入させ、代表的供試体の標準荷重強さに対する百分率で示す。	代表的供試体としてクラッシャーランによる標準荷重強さをもとにしているため、軟弱土に適用すると機械誤差や個人誤差の影響を受けやすい。路床等の施工管理試験として適用されている。
道路の平板載荷試験 JIS A 1215 地盤の平板載荷試験 JGS 1521				剛な載荷版を介して載荷装置により荷重を与え、荷重の大きさと載荷版の沈下の大きさから地盤反力係数を求める。	道路舗装の設計において路床の地盤反力係数により路盤の厚さを求める際に用いられる。鉄道の盛土地盤に対する施工管理試験として用いられている。
参考					
簡易支持力測定器				ランマーを落下させたときの衝撃加速度から設計CBR値を求める。	近畿地方建設局で開発された試験器である。小型で軽量、かつ簡便性を高めた試験器である。衝撃加速度と設計CBR値の相関性からCBR値等を求めるものである。

(2)改良強度を確認する頻度

本手引き(案)を利用して安定処理を行う場合は、同一の発生土であってもその含水比により標準添加量が異なることから、表 4-2-1 に示した基準に加え、異なる標準添加量を採用した施工ブロックごとに改良強度の確認を行うことを原則とする。

付録 1 積算資料

スタビライザ方式，ロータリー内蔵型バケット方式，標準バックホウ方式における積算資料を以下に示す。

【参考資料】「土木工事積算基準マニュアル 平成 12 年度版」/建設工事積算研究会編/財団法人建設物価調査会発行

付 1-1 適用範囲

本資料は，スタビライザ，ロータリー内蔵型バケットバックホウ，標準バックホウのいずれかによる安定処理で，混合深さ 60cm まで，かつ 1 層までの混合に適用する。

なお，1 層の深さが 60cm を超える場合や，2 層以上の混合については，別途考慮する。

付 1-2 施工概要

施工フローは図 付 1-1 を標準とする。

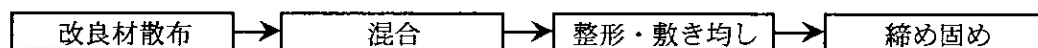


図 付 1-1 施工フロー図

付 1-3 編成人員

編成人員は，以下のとおりとする。

表 付 1-1 編成人員

名称	単位	数量
普通作業員(スタビライザ補助)	人	3
普通作業員(バックホウ補助)	人	0.2

付 1-4 使用機械

安定処理工に使用する機械は，以下のとおりとする。

表 付 1-2 使用機械

作業種別	機械名	規格	単位	数量
改良材散布	トラッククレーン	油圧式 47~48kN吊り	台	1
混合	スタビライザ	自走式 混合幅2m 混合深さ0.6m	台	いずれか1
	ロータリー内蔵型 バケットバックホウ	排出ガス対策型 クローラ型 山積み0.8m ³ (平積み0.6m ³)		
	標準バックホウ	排出ガス対策型 クローラ型 山積み0.8m ³ (平積み0.6m ³)		
整形・敷き均し	モータグレーダ	3.1m級	台	1
締め固め	タイヤローラ	78~196kN	台	1

付 1-5 単位時間当たり施工量

安定処理工の単位時間当たり施工量は、以下のとおりとする。

表 付 1-3 単位時間当たり施工量(D)

改良機械	混合回数	単位	数量
スタビライザ方式	1回	m ³ /日	470
	2回		450
ロータリー内蔵型バケット方式(0.7m ³)	砂質土	m ³ /h	40 ※
	粘性土		25 ※
標準型バケット方式	1回	m ³ /h	20

※ここで、ロータリー内蔵型バケット方式の日当たり施工量は、メーカー資料(図付 3-3 参照)による。
 ※参考値)平成 11 年度長岡国道工事事務所管内の城東道路工事における、粘性土を対象としたロータリー内蔵型バケット方式の時間当たり施工量は、24.5m³/h である。

付 1-6 諸雑費

諸雑費は、養生中の飛散防止等(シート掛け等)の費用であり、養生中の飛散防止等が必要な場合は、労務費と機械運転経費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

表 付 1-4 諸雑費率

諸雑費率	6%
------	----

付 1-7 単価表

単価表を以下に示す。

表 付 1-5 安定処理 100m² 当たり単価表

名 称	規 格	単 位	数 量	摘 要
普通作業員	(スタビライザ補助)	人	3×100/D ₁	表付1-1, 表付1-3
	(バックホウ補助)		0.2	
改良材		t		
トラッククレーン賃料	油圧式47~48kN吊り(スタビライザ補助)	日	100/D ₁	表付1-3
	油圧式47~48kN吊り(バックホウ補助)		0.1	
スタビライザ運転	自走式 混合幅2m 混合深さ0.6 m	日	100/D ₁ (いずれか 1台)	表付1-3
ロータリー内蔵型 バケットバックホウ 運転	排出ガス対策型クローラ型 山積み0.8m ³ (平積み0.6m ³)	日	100×H×N	表付1-3
標準バックホウ運転			D ₂	
モータグレーダ運転	3.1m級	日	100/D ₁	
タイヤローラ運転	排出ガス対策型 78~196kN	日	100/D ₁	
諸雑費		式	1	表付1-4
計				

(注) D₁:日当たり施工量(m³/日)
 D₂:時間当たり施工量(m³/h)
 H:混合厚さ(m)
 N:混合回数(回)

表 付 1-6 機械運転単価表

機械名	規格	指定事項
スタビライザ	自走式 混合幅2m 混合深さ0.6m	運転労務数量→ 1.46 燃料消費量→ 130 機械損料数量→ 1.55
ロータリー内蔵型 バケットバックホウ	排出ガス対策型 クローラ型 山積み0.8m ³ (平積み0.6m ³)	運転労務数量→ 燃料消費量→ 機械損料数量→
標準バックホウ	排出ガス対策型 クローラ型 山積み0.8m ³ (平積み0.6m ³)	運転労務数量→ 燃料消費量→ 機械損料数量→
モータグレーダ	3.1m級	運転労務数量→ 1.00 燃料消費量→ 45 機械損料数量→ 1.45
タイヤローラ	排出ガス対策型 78~196kN	運転労務数量→ 1.23 燃料消費量→ 32 機械損料数量→ 1.31

付録 2 ノモグラフ

ノモグラフは、サンプリングした試料より配合試験を行い、その結果をまとめたものである。パラメータはセメント添加率(乾燥密度比)、含水比、CBR 値の 3 項である。

このグラフの使い方は以下のとおりである。

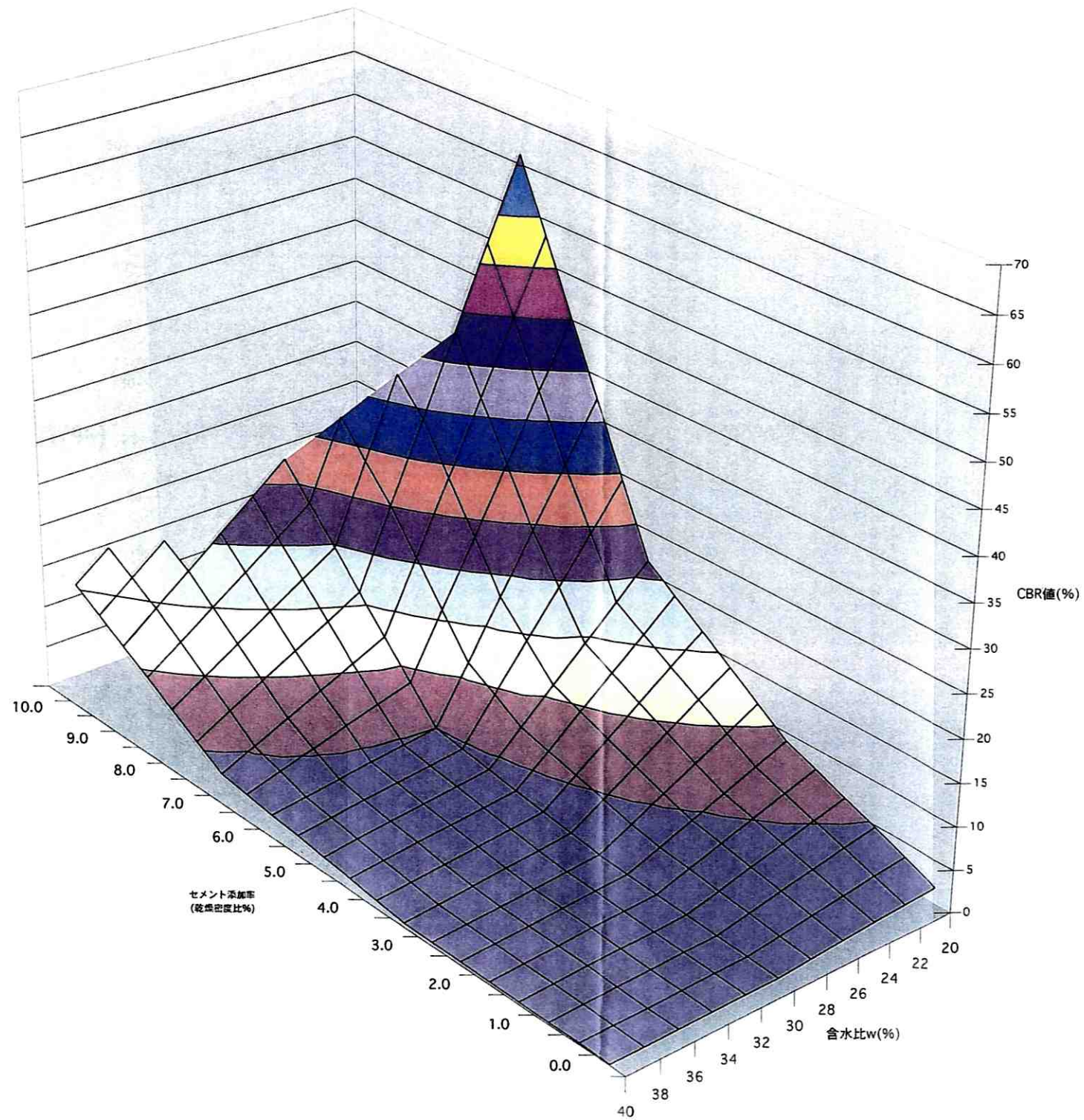
- 1.含水比と目標とする CBR 値を設定すると、必要なセメント添加率が得られる。
- 2.含水比と加えるセメント添加率を設定すると、発現する CBR 値が得られる。
- 3.セメント添加率と目標とする CBR 値を設定すると、含水比の上限値が得られる。

本手引き(案)中の、表 2-3-3~表 2-3-6 の標準添加量一覧表は、このグラフをもとに作成されている。

黄色帯は試験CBR値。白い部分は線形補完したCBR値。緑色は外挿した推定CBR値。

含水比	乾燥密度に対するセメント添加率(%)																						
↓	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	
20.0	1.9	3.3	4.7	6.2	7.6	9.0	11.5	14.0	16.4	18.9	21.4	29.3	37.3	45.2	53.2	61.1							
22.0	1.6	2.8	4.0	5.1	6.3	7.5	9.5	11.6	13.7	15.8	17.9	24.4	30.8	37.9	45.0	52.1							
24.0	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.0	7.6	9.3	11.0	12.7	14.4	19.4	24.4	30.6	36.8	43.1							
26.0	0.9	1.7	2.4	3.1	3.8	4.5	5.7	7.0	8.3	9.6	10.9	14.4	17.9	23.3	28.7	34.1	37.8						
28.0	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.0	3.7	4.7	5.6	6.5	7.4	9.4	11.5	16.0	20.5	25.1	28.7	32.4					
30.0	0.3	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	1.8	2.3	2.9	3.4	3.9	4.5	5.0	8.7	12.4	16.1	19.7	23.4	27.1				
32.0	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	7.6	10.6	14.0	17.3	20.6	24.0				
34.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	6.5	8.9	11.9	14.8	17.8	20.8				
36.0	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	3.6	5.4	7.1	9.8	12.4	15.0	17.7	19.7			
38.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2	4.3	5.4	7.7	10.0	12.3	14.6	16.5	18.5		
40.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	5.6	7.5	9.5	11.4	13.4	15.3	17.3	

ノモグラフCBR(砂質土SF)



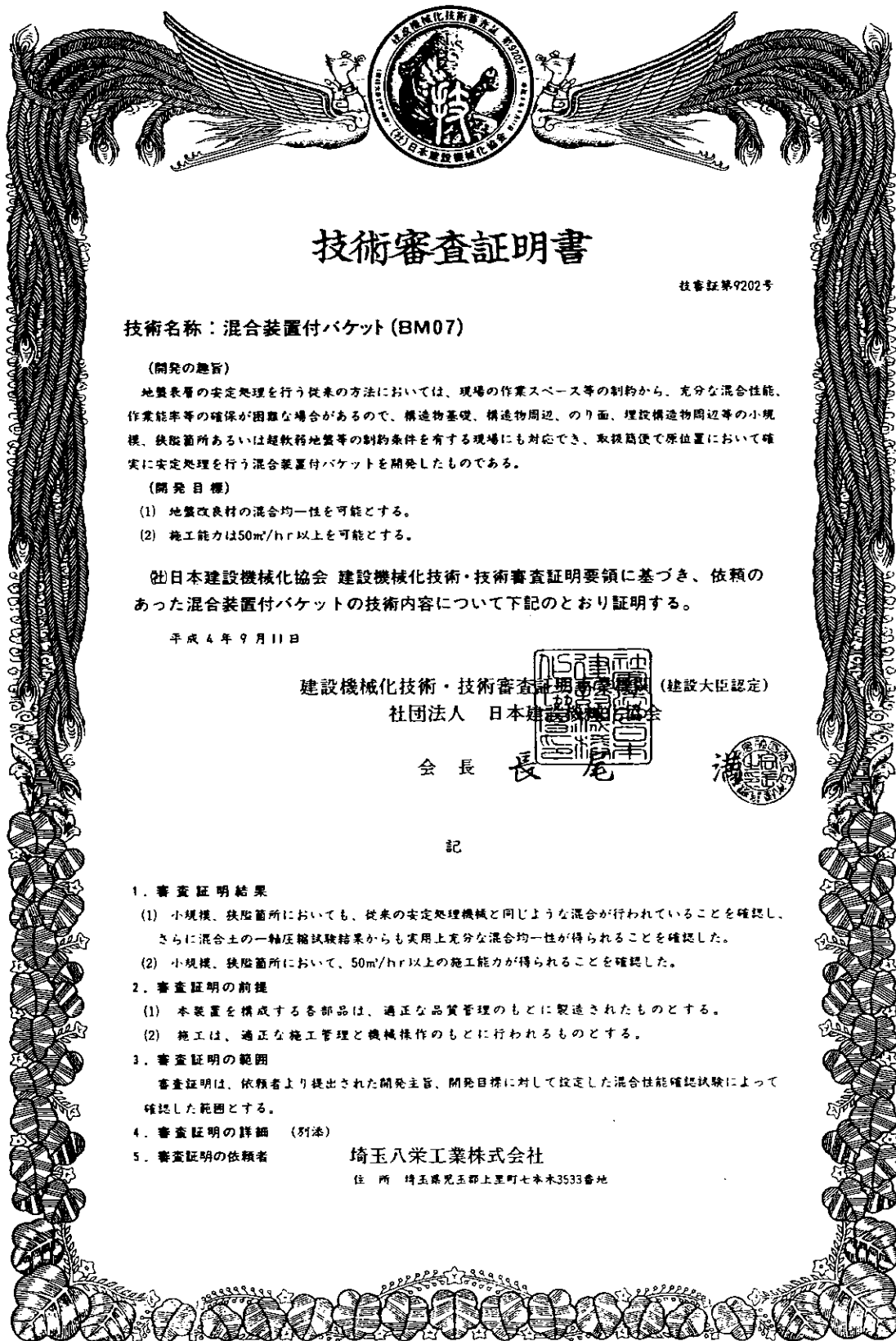
黄色帯は試験CBR値、白い部分は線形補完したCBR値、緑色は外挿した推定CBR値。

含水比	乾燥密度に対するセメント添加率(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00	12.50	13.00	13.50	14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.50	19.00	19.50	20.00	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50	23.00	23.50	24.00	24.50	25.00	25.50	26.00	26.50	27.00	27.50	28.00	28.50	29.00	29.50	30.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
50	2.00	2.74	3.48	4.23	4.97	5.71	6.45	7.19	7.93	8.68	9.42	10.16	10.90	11.64	12.38	13.12	13.86	14.60	15.34	16.08	16.82	17.56	18.30	19.04	19.78	20.52	21.26	22.00	22.74	23.48	24.22	24.96	25.70	26.44	27.18	27.92	28.66	29.40	30.14	30.88	31.62	32.36	33.10	33.84	34.58	35.32	36.06	36.80	37.54	38.28	39.02	39.76	40.50	41.24	41.98	42.72	43.46	44.20	44.94	45.68	46.42	47.16	47.90	48.64	49.38	50.12	50.86	51.60	52.34	53.08	53.82	54.56	55.30	56.04	56.78	57.52	58.26	59.00	59.74	60.48	61.22	61.96	62.70	63.44	64.18	64.92	65.66	66.40	67.14	67.88	68.62	69.36	70.10	70.84	71.58	72.32	73.06	73.80	74.54	75.28	76.02	76.76	77.50	78.24	78.98	79.72	80.46	81.20	81.94	82.68	83.42	84.16	84.90	85.64	86.38	87.12	87.86	88.60	89.34	90.08	90.82	91.56	92.30	93.04	93.78	94.52	95.26	96.00	96.74	97.48	98.22	98.96	99.70	100.44	101.18	101.92	102.66	103.40	104.14	104.88	105.62	106.36	107.10	107.84	108.58	109.32	110.06	110.80	111.54	112.28	113.02	113.76	114.50	115.24	115.98	116.72	117.46	118.20	118.94	119.68	120.42	121.16	121.90	122.64	123.38	124.12	124.86	125.60	126.34	127.08	127.82	128.56	129.30	130.04	130.78	131.52	132.26	133.00	133.74	134.48	135.22	135.96	136.70	137.44	138.18	138.92	139.66	140.40	141.14	141.88	142.62	143.36	144.10	144.84	145.58	146.32	147.06	147.80	148.54	149.28	150.02	150.76	151.50	152.24	152.98	153.72	154.46	155.20	155.94	156.68	157.42	158.16	158.90	159.64	160.38	161.12	161.86	162.60	163.34	164.08	164.82	165.56	166.30	167.04	167.78	168.52	169.26	170.00	170.74	171.48	172.22	172.96	173.70	174.44	175.18	175.92	176.66	177.40	178.14	178.88	179.62	180.36	181.10	181.84	182.58	183.32	184.06	184.80	185.54	186.28	187.02	187.76	188.50	189.24	190.00	190.74	191.48	192.22	192.96	193.70	194.44	195.18	195.92	196.66	197.40	198.14	198.88	199.62	200.36	201.10	201.84	202.58	203.32	204.06	204.80	205.54	206.28	207.02	207.76	208.50	209.24	210.00	210.74	211.48	212.22	212.96	213.70	214.44	215.18	215.92	216.66	217.40	218.14	218.88	219.62	220.36	221.10	221.84	222.58	223.32	224.06	224.80	225.54	226.28	227.02	227.76	228.50	229.24	230.00	230.74	231.48	232.22	232.96	233.70	234.44	235.18	235.92	236.66	237.40	238.14	238.88	239.62	240.36	241.10	241.84	242.58	243.32	244.06	244.80	245.54	246.28	247.02	247.76	248.50	249.24	250.00	250.74	251.48	252.22	252.96	253.70	254.44	255.18	255.92	256.66	257.40	258.14	258.88	259.62	260.36	261.10	261.84	262.58	263.32	264.06	264.80	265.54	266.28	267.02	267.76	268.50	269.24	270.00	270.74	271.48	272.22	272.96	273.70	274.44	275.18	275.92	276.66	277.40	278.14	278.88	279.62	280.36	281.10	281.84	282.58	283.32	284.06	284.80	285.54	286.28	287.02	287.76	288.50	289.24	290.00	290.74	291.48	292.22	292.96	293.70	294.44	295.18	295.92	296.66	297.40	298.14	298.88	299.62	300.36	301.10	301.84	302.58	303.32	304.06	304.80	305.54	306.28	307.02	307.76	308.50	309.24	310.00	310.74	311.48	312.22	312.96	313.70	314.44	315.18	315.92	316.66	317.40	318.14	318.88	319.62	320.36	321.10	321.84	322.58	323.32	324.06	324.80	325.54	326.28	327.02	327.76	328.50	329.24	330.00	330.74	331.48	332.22	332.96	333.70	334.44	335.18	335.92	336.66	337.40	338.14	338.88	339.62	340.36	341.10	341.84	342.58	343.32	344.06	344.80	345.54	346.28	347.02	347.76	348.50	349.24	350.00	350.74	351.48	352.22	352.96	353.70	354.44	355.18	355.92	356.66	357.40	358.14	358.88	359.62	360.36	361.10	361.84	362.58	363.32	364.06	364.80	365.54	366.28	367.02	367.76	368.50	369.24	370.00	370.74	371.48	372.22	372.96	373.70	374.44	375.18	375.92	376.66	377.40	378.14	378.88	379.62	380.36	381.10	381.84	382.58	383.32	384.06	384.80	385.54	386.28	387.02	387.76	388.50	389.24	390.00	390.74	391.48	392.22	392.96	393.70	394.44	395.18	395.92	396.66	397.40	398.14	398.88	399.62	400.36	401.10	401.84	402.58	403.32	404.06	404.80	405.54	406.28	407.02	407.76	408.50	409.24	410.00	410.74	411.48	412.22	412.96	413.70	414.44	415.18	415.92	416.66	417.40	418.14	418.88	419.62	420.36	421.10	421.84	422.58	423.32	424.06	424.80	425.54	426.28	427.02	427.76	428.50	429.24	430.00	430.74	431.48	432.22	432.96	433.70	434.44	435.18	435.92	436.66	437.40	438.14	438.88	439.62	440.36	441.10	441.84	442.58	443.32	444.06	444.80	445.54	446.28	447.02	447.76	448.50	449.24	450.00	450.74	451.48	452.22	452.96	453.70	454.44	455.18	455.92	456.66	457.40	458.14	458.88	459.62	460.36	461.10	461.84	462.58	463.32	464.06	464.80	465.54	466.28	467.02	467.76	468.50	469.24	470.00	470.74	471.48	472.22	472.96	473.70	474.44	475.18	475.92	476.66	477.40	478.14	478.88	479.62	480.36	481.10	481.84	482.58	483.32	484.06	484.80	485.54	486.28	487.02	487.76	488.50	489.24	490.00	490.74	491.48	492.22	492.96	493.70	494.44	495.18	495.92	496.66	497.40	498.14	498.88	499.62	500.36	501.10	501.84	502.58	503.32	504.06	504.80	505.54	506.28	507.02	507.76	508.50	509.24	510.00	510.74	511.48	512.22	512.96	513.70	514.44	515.18	515.92	516.66	517.40	518.14	518.88	519.62	520.36	521.10	521.84	522.58	523.32	524.06	524.80	525.54	526.28	527.02	527.76	528.50	529.24	530.00	530.74	531.48	532.22	532.96	533.70	534.44	535.18	535.92	536.66	537.40	538.14	538.88	539.62	540.36	541.10	541.84	542.58	543.32	544.06	544.80	545.54	546.28	547.02	547.76	548.50	549.24	550.00	550.74	551.48	552.22	552.96	553.70	554.44	555.18	555.92	556.66	557.40	558.14	558.88	559.62	560.36	561.10	561.84	562.58	563.32	564.06	564.80	565.54	566.28	567.02	567.76	568.50	569.24	570.00	570.74	571.48	572.22	572.96	573.70	574.44	575.18	575.92	576.66	577.40	578.14	578.88	579.62	580.36	581.10	581.84	582.58	583.32	584.06	584.80	585.54	586.28	587.02	587.76	588.50	589.24	590.00	590.74	591.48	592.22	592.96	593.70	594.44	595.18	595.92	596.66	597.40	598.14	598.88	599.62	600.36	601.10	601.84	602.58	603.32	604.06	604.80	605.54	606.28	607.02	607.76	608.50	609.24	610.00	610.74	611.48	612.22	612.96	613.70	614.44	615.18	615.92	616.66	617.40	618.14	618.88	619.62	620.36	621.10	621.84	622.58	623.32	624.06	624.80	625.54	626.28	627.02	627.76	628.50	629.24	630.00	630.74	631.48	632.22	632.96	633.70	634.44	635.18	635.92	636.66	637.40	638.14	638.88	639.62	640.36	641.10	641.84	642.58	643.32	644.06	644.80	645.54	646.28	647.02	647.76	648.50	649.24	650.00	650.74	651.48	652.22	652.96	653.70	654.44	655.18	655.92	656.66	657.40	658.14	658.88	659.62	660.36	661.10	661.84	662.58	663.32	664.06	664.80	665.54	666.28	667.02	667.76	668.50	669.24	670.00	670.74	671.48	672.22	672.96	673.70	674.44	675.18	675.92	676.66	677.40	678.14	678.88	679.62	680.36	681.10	681.84	682.58	683.32	684.06	684.80	685.54	686.28	687.02	687.76	688.50	689.24	690.00	690.74	691.48	692.22	692.96	693.70	694.44	695.18	695.92	696.66	697.40	698.14	698.88	699.62	700.36	701.10	701.84	702.58	703.32	704.06	704.80	705.54	706.28	707.02	707.76	708.50	709.24	710.00	710.74	711.48	712.22	712.96	713.70	714.44	715.18	715.92	716.66	717.40	718.14	718.88	719.62	720.36	721.10	721.84	722.58	723.32	724.06	724.80	725.54	726.28	727.02	727.76	728.50	729.24	730.00	730.74	731.48	732.22	732.96	733.70	734.44	735.18	735.92	736.66	737.40	738.14	738.88	739.62	740.36	741.10	741.84	742.58	743.32	744.06	744.80	745.54	746.28	747.02	747.76	748.50	749.24	750.00	750.74	751.48	752.22	752.96	753.70	754.44	755.18	755.92	756.66	757.40	758.14	758.88	759.62	760.36	761.10	761.84	762.58	763.32	764.06	764.80	765.54	766.28	767.02	767.76	768.50	769.24	770.00	770.74	771.48	772.22	772.96	773.70	774.44	775.18	775.92	776.66	777.40	778.14	778.88	779.62	780.36	781.10	781.84	782.58	783.32	784.06	784.80	785.54	786.28	787.02	787.76	788.50	789.24	790.00	790.74	791.48	792.22	792.96	793.70

付録3 ロータリー内蔵型バケット方式における機械仕様と施工例(写真)

ロータリー内蔵型バケット方式は、ロータリー刃を内蔵したバケットを取り付けたバックホウによる改良施工方法である。

このロータリー刃を内蔵したバケットは、平成4年9月に、(社)日本建設機械化協会 建設機械化技術・技術審査証明要領に基づき、以下に示す技術審査証明書のとおり証明を受けた技術である。



技術審査証明書

技審証第9202号

技術名称：混合装置付バケット (BM07)

(開発の趣旨)

地盤表層の安定処理を行う従来の方法においては、現場の作業スペース等の制約から、充分な混合性能、作業能率等の確保が困難な場合があるので、構造物基礎、構造物周辺、のり面、埋設構造物周辺等の小規模、狭隙箇所あるいは超軟弱地盤等の制約条件を有する現場にも対応でき、取扱易便で原位置において確実に安定処理を行う混合装置付バケットを開発したものである。

(開発目標)

- (1) 地盤改良材の混合均一性を可能とする。
- (2) 施工能力は50m³/hr以上を可能とする。

(社)日本建設機械化協会 建設機械化技術・技術審査証明要領に基づき、依頼のあった混合装置付バケットの技術内容について下記のとおり証明する。

平成4年9月11日

建設機械化技術・技術審査証明審査機関 (建設大臣認定)

社団法人 日本建設機械化協会

会長 長尾



記

1. 審査証明結果

- (1) 小規模、狭隙箇所においても、従来の安定処理機械と同じような混合が行われていることを確認し、さらに混合土の一軸圧縮試験結果からも実用上充分な混合均一性が得られることを確認した。
- (2) 小規模、狭隙箇所において、50m³/hr以上の施工能力が得られることを確認した。

2. 審査証明の前提

- (1) 本装置を構成する各部品は、適正な品質管理のもとに製造されたものとする。
- (2) 施工は、適正な施工管理と機械操作のもとに行われるものとする。

3. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発主旨、開発目標に対して設定した混合性能確認試験によって確認した範囲とする。

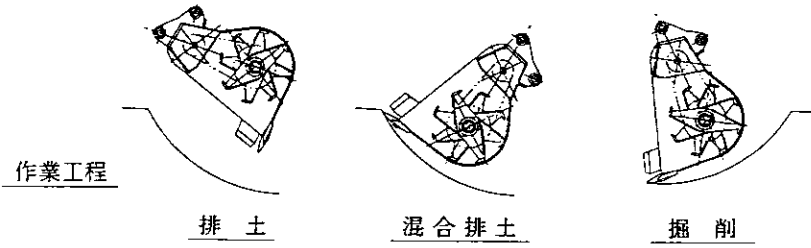
4. 審査証明の詳細 (別添)

5. 審査証明の依頼者

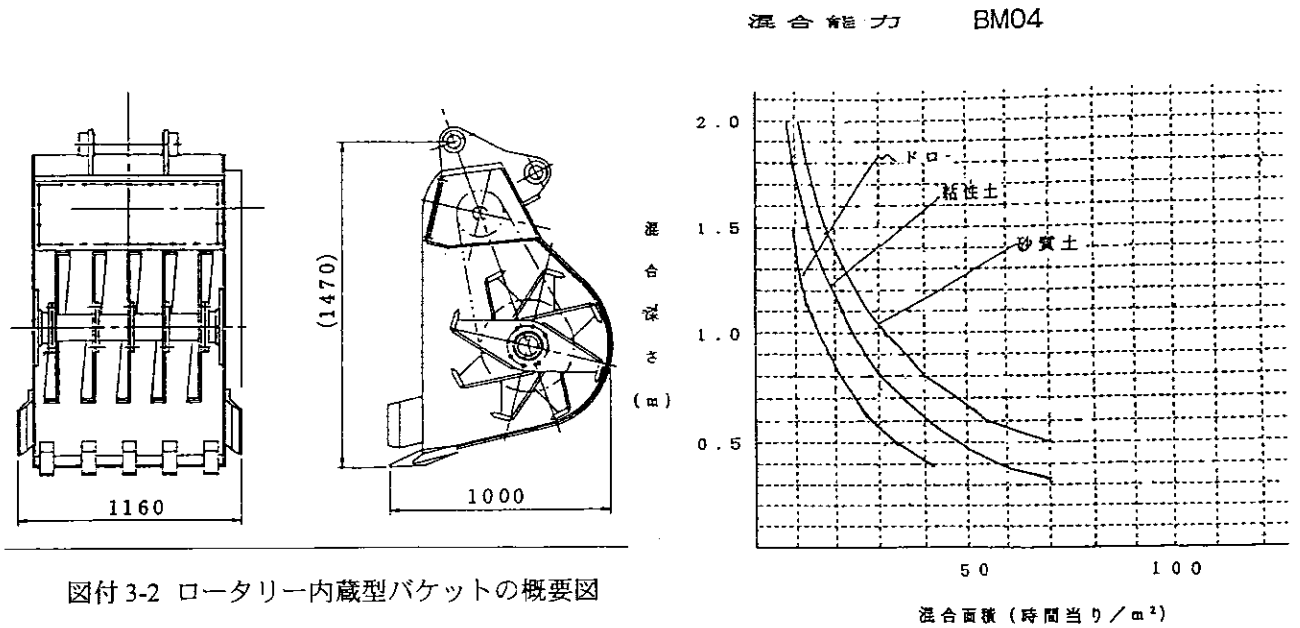
埼玉八栄工業株式会社

住所 埼玉県児玉郡上里町七本木3533番地

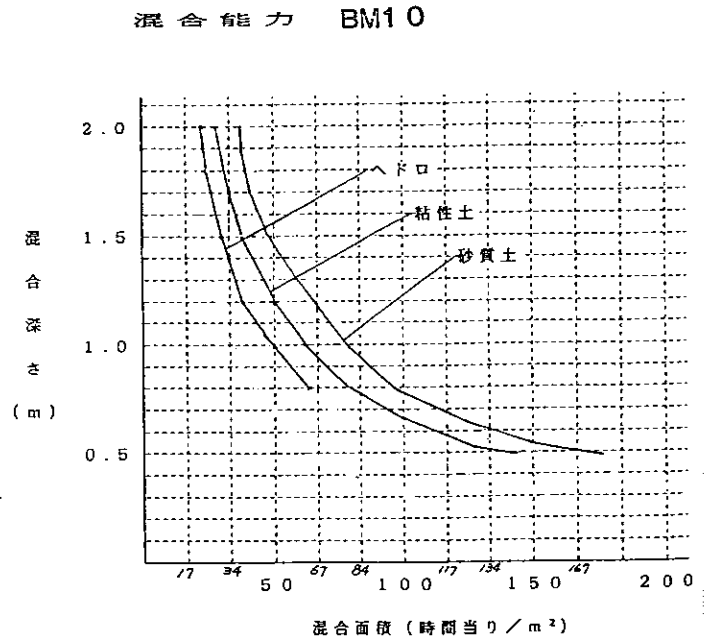
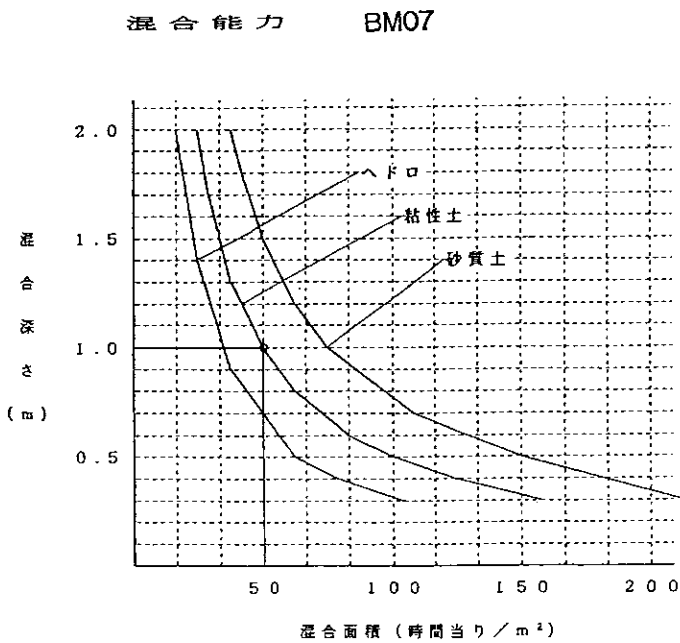
以下にバケットおよび作業工程の概要図と、混合能力図を示す。



図付 3-1 作業工程の概要図



図付 3-2 ロータリー内蔵型バケットの概要図



図付 3-3 バケットの混合能力

ロータリー内蔵型バケット方式による施工例(その1)

地名:新潟県柏崎市城東地内

工事名城東道路工事

適用用途:車道部路床

対象土:粘土{C}



① 改良前の対象土の状況



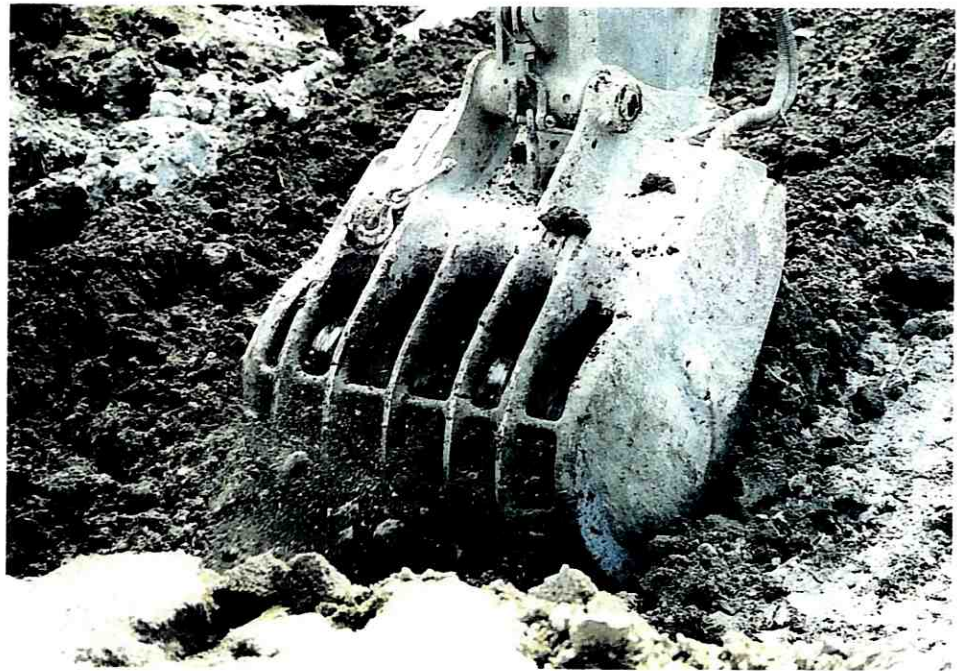
② 改良材の配置状況



③ 改良材の敷き均し状況



④ 掻き起こしによる対象土と改良材の混合状況



⑤ 内蔵ロータリーによる混合攪拌状況



⑥ ブルドーザによる敷き均し状況

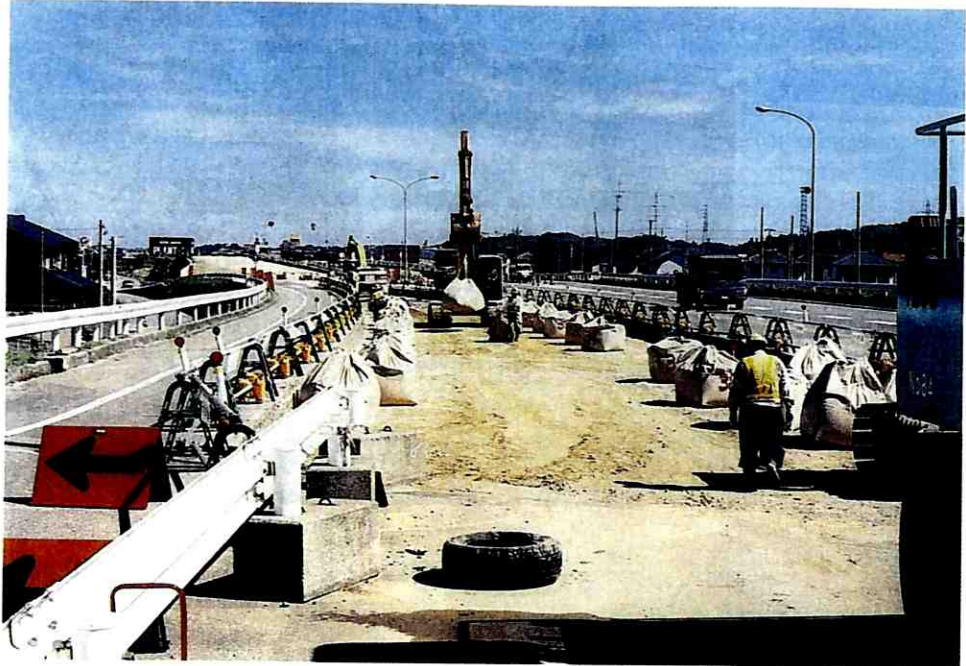
ロータリー内蔵型バケット方式による施工例(その2)

地名: 石川県河北郡津幡町床~太田地内

工事名: 北中条上り舗装その2 工事

適用用途: 車道部路床

対象土: 砂質土{SF}



① 改良材の配置状況



② 改良材の敷き均し状況



③ 内蔵ロータリーによる混合攪拌状況



④ 内蔵ロータリーによる混合攪拌・排土状況



⑤ ブルドーザによる敷き均し状況

付録 4 土の見分け方

土の見分け方の方法として、シルト{M}と粘土{C}の簡易分類法と、火山灰質粘性土{V}の特徴を以下に示す。

(「土質試験の方法と解説」p.179-190/平成2年3月/社団法人土質工学会より抜粋し一部加筆修正。)

付 4-1 分類のための基本的手法

土を手にした最初の段階で、観察によって土に名前がつけられる。数多くの試料土の中から、観察によって分類試験のための試料土が選択される。すなわち、観察には、土粒子粒径、粒度、コンシステンシー限界(液性限界、塑性限界)、火山灰質、有機質などの判別分類指標を識別するという重要な作業が含まれる。土を握りしめたときの感触と土質試験結果の対比を試みることによって土の観察法に熟達するのであるが、ダイレタンシー、乾燥強さなどの簡易判別法が、シルト・粘土の簡易分類には特に有効である。

付 4-2 シルト{M}と粘土{C}をと分類するための簡易試験方法

土を分類するために必要な試験は、JIS や土質工学会基準として規定されたものと、そうでない現場的な簡易なものがある。前者は基準化された粒度試験、液性限界、塑性限界試験などの結果を用いるので問題の生じることは少ない。一方、後者は簡易試験方法で規定がなく、また定性的な評価方法となるので判別方法をできるだけ簡略化して客観的に処理できることが重要である。例えば、土の工学的分類体系における中分類、および小分類段階においてシルトと粘土を判別する場合に簡便な判別試験を行う場合がある。この判別試験としてダイレタンシー試験や乾燥強さ試験を実施することにより統一的な判断が可能となる。

(1)ダイレタンシー試験

15mm 立法の供試体が作れる分量の試料に必要な応じ水を加え、ねばつかない程度に柔らかくこねる。それを一方の手のひらに載せ、表面をへらなどでならし、水平に振動して自由水が表面に出てくるかどうか観察する。水平の振動のみで自由水が表面に出てこない場合は、試料を載せている手を他方の手に数回打ちつけることにより、自由水が表面に出てくるかどうか観察する。

つづいて、その手のひらをすぼめると表面の自由水が試料中に消えるかどうか観察する。試料表面の自由水の状態は、試料表面の光沢を見て判断できる。

このように試料表面の自由水が現れたり、消えたりする現象からダイレタンシー反応は次に示す、(i)顕著、(ii)ない、の二つに分類してシルト{M}または粘性土{C}を分類することができる。

(i)ダイレタンシー現象が顕著なものは、振動中に水が現れ、次に手のひらをすぼめると速やかに水が消える。

(ii)ダイレタンシー現象がないものは、資料を載せた手を他方の手に数回打ちつけても水が現れず、手のひらをすぼめても表面水に変化が生じない。

(2)乾燥強さ試験

1cm 角で長さ 3cm の角柱の供試体を作り、充分乾燥させてその長軸方向の強さを調べ、乾燥強さが弱い、中ぐらい、強いのに分類する。

(i)乾燥強さが弱いものは、指圧では圧碎しにくくても簡単に折れる。

(ii)乾燥強さが中ぐらいのものは、指圧では圧碎できないが比較的容易に折れる。

(iii)乾燥強さが強いものは、指圧では圧碎できず折るときの抵抗も大きい。

ダイレタンシー現象が顕著で、乾燥強さが弱いものはシルト{M}に分類され、ダイレタンシー現象がなく、乾燥強さが強いまたは中ぐらいのものは粘土{C}に分類される。

以上の結果から、シルトと粘土を客観的に判別することによって分類することが可能となる。

付 4-3 火山灰質粘性土の特徴

(1)色調

赤褐色系統の比較的濃い色調を呈する。

(2)構造・鉱物

肉眼観察により、高度に構造(したがって間隙)の発達した土塊であることが分かるが、この間隙は通常、不飽和である。また、往時の個々の火山噴火に対応するように種々の粒径・材質の火山放出物が微細な層を成している。さらにルーベを使えば(水に分散させて沈降した粒子だけを使うとよい)主要な含有鉱物が観察でき、その中に、軽石、火山ガラス、スコリアなどが混在しているのが分かる。これらの粒子は角張っていて、水流による摩擦を受けていないことを示す。これらのうち、軽石層は各地区の関東ローム層の年代を対比する鍵層として利用される。

(3)感触

土塊にはよく見ると間隙が多く、比較的軽い感じがする。この土塊は多少の外力では崩れないが、手でこね返すことは十分可能であり、自然含水比でこね返したものは、往々にして一軸圧縮試験の供試体として自立できないほど軟弱になる場合がある。すなわち、高鋭敏土といえる。(鋭敏比は、自然含水比によって差があるがおよそ $St=10$ 程度である)これを放置しておくと、逆にせん断強さが回復するのもこの土の特徴である。

付録 5 その他の含水比試験方法

JIS A 1203 土の含水比試験方法は、試料の乾燥に通常長時間を要する。これに代わる、より簡便・迅速な測定方法として、以下に3つの含水比試験方法を示す。

①「電子レンジを用いた土の含水比試験方法」(JGS T122-1995/地盤工学会基準)

電子レンジ法は、試料を乾燥させるための器具として一般家庭で使用している電子レンジを利用したもので、試料にマイクロ波をあてて試料の内部より加熱し、水分を蒸発させる方法である。その特徴として、試料が乾燥するための所要時間が短く、比較的精度の高い結果が得られること、また、使用する電子レンジは一般家庭に普及しているタイプで十分であり、操作も簡単で利用しやすいこと、を挙げることができる。

問題点としては試料の加熱温度をコントロールすることができないため、出力の大きさによっては試料の温度が110℃を超えたり、適用土質に制約があったり、測定容量が小さいなどが挙げられる。

以下に内容を示す。

地盤工学会基準 電子レンジを用いた土の含水比試験方法 T122-1995

1. 総則

1.1 試験の目的

この試験は、電子レンジを用いて土の含水比を求めることを目的とする。

1.2 適用範囲

粒径約10mm以下の土を対象とする。

1.3 用語の定義

電子レンジを用いた土の含水比とは、電子レンジによる加熱によって失われる土中水の質量の、土の乾燥質量に対する比を、百分率で表したものをいう。

【付帯条項】

- 1.1 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合には、その内容を報告事項に明記しなければならない。
- 1.2 電子レンジで加熱中に、破裂や飛散の恐れのある礫、あるいはしらすなどのガラス質で閉じた空隙を持つような土、燃焼が懸念される高有機質土、金属鉱物が析出している土は対象外とする。

2. 試験用具

- (1)容器 耐熱性のあるガラスまたは磁製のもので、試験中に質量の変化を生じないもの。ただし、金属製の容器は用いてはならない。
- (2)電子レンジ JIS C 9250「電子レンジ」に規定するもの。
- (3)はかり ひょう量100g未満の場合には感量0.01g、ひょう量100g以上1kg未満の場合には感量

0.1gのもの。

(4)デシケーター

【付帯条項】

- (1)シャーレのような平型でふたを有する容器が望ましい。
- (2)最大の高周波出力が500~600W程度で、回転台を有するものが望ましい。
- (4)デシケーターは、JIS R 3503「化学分析用ガラス器具」に規定されているもの、またはこれと同等の機能を有する容器でシリカゲル、塩化カルシウムなどの吸湿剤を入れたものとする。吸湿剤はできるだけ新鮮なものとする。

3. 試料

適量の土をとり、それを試料とする。

【付帯条項】

3. 試料として必要な最少質量の目安を表 付 5-1 に示す。ただし、粗粒分の多い土ほど多めに取る。

表 付 5-1 電子レンジを用いた含水比測定に必要な試料の最少質量の目安

試料の最大粒径(mm)	試料質量(g)
9.5	100 ~ 200
4.75	30 ~ 100
2	5 ~ 30

4. 試験方法

- (1)容器の質量 m_c (g)をはかる。
- (2)試料を容器に入れ、全質量 m_a (g)をはかる。
- (3)試料を容器ごと電子レンジに入れる。
- (4)電子レンジで一定質量になるまで加熱する。
- (5)乾燥試料を容器ごとデシケーターに入れ、ほぼ室温になるまで冷ました後、全質量 m_b (g)をはかる。

【付帯条項】

4. 粘土などのような塊状の土は5mm程度以下に、有機質土はできるだけ細かくときほぐす。
試料の質量を測定するときには、試料からの水分蒸発や、乾燥試料が空気中の水分を吸収しないように速やかに行う。また、加熱中に焦げる臭いがするときは、異常過熱、あるいは燃焼していることもあるので加熱を中止する。
- (2)試料はできるだけ容器内に薄く広げて水分が蒸発しやすいようにし、複数個を同時に乾燥させるときは、容器1個に入れる試料質量をほぼ同じにする。
- (3)ふた付きの容器を用いるときは、ふたは電子レンジの庫外に置く。
- (4)一定質量となるまでの加熱時間の目安を表 付 5-2 に示す。

表 付 5-2 一定質量となるまでの加熱時間の目安

電子レンジ出力	600W	
測定容器	高さ:約 2cm, 直径:約 6cm(シャーレ)	
試料条件	3 個 1 組, 最大粒径 2mm で, 容器 1 個当たり約 10g(湿潤土質量)	
加熱時間	火山灰質粘性土	13~17 分
	有機質土	15~20 分
	上記以外の一般的な土	7~10 分

5. 試験結果の整理

土の含水比 $w(\%)$ を次式で算定する。

$$w = \{(m_a - m_b) / (m_b - m_c)\} \times 100$$

ここに,

m_a : 試料と容器の質量(g)

m_b : 乾燥試料と容器の質量(g)

m_c : 容器の質量(g)

6. 報告事項

試験結果について次の事項を報告する。

- (1) 含水比
- (2) 電子レンジの出力, 加熱時間
- (3) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合には, その内容
- (4) そのほか特記すべき事項

② 「フライパン法」(基準なし)

試料をフライパンなどの熱に強い容器に入れてヘラでかき混ぜながら, 電熱器, コンロなどで直接熱して乾燥させる方法である。試料の最少質量を細粒土 30g, 中粒土 300g, 粗粒土 200g とした場合, 加熱時間は 1 時間でよい。

③ 「砂容器法」(基準なし)

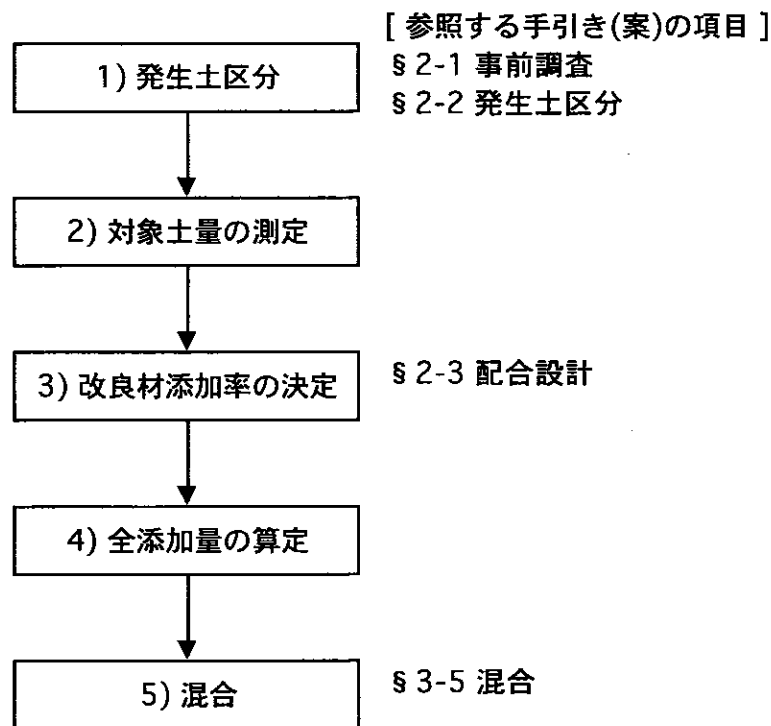
砂容器法は, 水洗いしたきれいな乾燥砂を厚さ 2.5cm に敷き均した砂容器をガスなどで加熱し, その上に耐熱性の容器に入れた試料を置き, 乾燥させる方法である。試料の最少質量を細粒土 30g, 中粒土 300g, 粗粒土 200g とした場合, 加熱時間は 1 時間でよい。ただし, 加熱中はパレットナイフまたはショベルで試料をよくかき混ぜる。

付録 6 ピット混合方式による発生土の改良

本手引き(案)は、原位置における改良を主として構成されている。実際の工事では、仮置きした発生土をピットに移し、改良材をピット内で添加・混合し、混合後に盛土の必要なか所に運搬する、という場合も考えられる。(以下、「ピット混合方式」とする。)ここでは、そのような混合方法に対処するための手順を示す。

【ピット混合方式の手順】

ピット混合方式が、本手引き(案)と異なる点は、改良材添加量の決定方法の部分である。その他の設計・施工・管理については本手引き(案)に準ずるものとし、手引き(案)中の図 2-0-1 に沿うこととする。以下にピット混合方式における改良材添加量算定のフロー図を示す。



図付 6-1 ピット混合方式のフロー図

以下にフロー図の各項を説明する。

1) 発生土区分

手引き(案)にしたがい発生土区分を行う。この際、室内コーン指数試験の供試体を用いて乾燥密度を測定する。すでに改良土の適用用途が決まっており、そのための強度試験を実施する場合には、その供試体を用いてもよい。

ここで、対象土の乾燥密度を $\rho_d(t/m^3)$ 、含水比を $w(\%)$ とする。

2) 対象土量の測定

対象土量(体積または質量)を測定する。直方体の改良用ピットを用意するなどして、対象土の体積を見積もっておく。またはダンプの積載質量等により対象土の質量を測定する。

ここで、対象土量の体積を $V(\text{m}^3)$ 、質量を $W(\text{t})$ とする。

対象土量を質量で求めた場合には、乾燥密度を用いて体積を計算する。

$$\text{対象土の体積 } V(\text{m}^3) = W(\text{t}) / \rho_d(\text{t/m}^3)$$

3) 改良材添加率の決定

含水比と改良目標強度をもとに、手引き(案)の標準添加量一覧表を参照し、改良材添加率を求める。つぎに改良材添加率と乾燥密度から、手引き(案)の手順に従って現場添加量を求める。

$$\text{現場添加量}(\text{t/m}^3) = \text{改良材添加率}(\%) \times \text{乾燥密度 } \rho_d(\text{t/m}^3) \times (1 + \text{割り増し率 } \alpha)$$

4) 全添加量の算定

対象土量と現場添加量から、対象土を改良するために必要となる全添加量を求める。

$$\text{対象土量 } V(\text{m}^3) \times \text{現場添加量}(\text{t/m}^3) = \text{全添加量}(\text{t})$$

5) 混合

手引き(案)に従い、均質な混合を行う。

【 注意事項 】

この方法のなかで、対象土量をピットの容積(対象土の体積)により測定した場合は、添加量が過大となる傾向にある。より経済的な添加量の決定を行いたい場合には、土量変化率を用いたり、仮置き時の乾燥密度を砂置換法や RI 法等により測定するなどして、実際の体積または重量を正確に把握するとよい。

【参考文献一覧】

- 1) 「廃棄物の処理及び清掃に関する法律に施工について」/昭和46年10月16日/厚生省環整第43号, 第1-2(1)
- 2) 「建設発生土利用技術マニュアル [第2版]」/平成9年10月/建設省大臣官房技術調査室 監修, 建設発生土利用技術委員会 編, (財)土木研究センター
- 3) 「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」/平成9年12月/建設省大臣官房技術調査室 監修, 建設発生土利用促進検討委員会 編, (財)土木研究センター
- 4) 「土質改良マニュアル」/昭和60年3月/(社)北陸建設弘済会
- 5) 「土木研究所資料 第3407号 建設汚泥再利用技術暫定マニュアル(案)」/平成8年2月/建設省土木研究所
- 6) 「河川土工マニュアル」/平成5年6月/(財)国土開発技術研究センター
- 7) 「土木工事積算基準マニュアル 平成9年度版」/平成9年7月/建設工事積算研究会 編/財団法人 建設物価調査会
- 8) 「改正地盤工学会基準・同解説」/平成8年11月/(社)地盤工学会
- 9) 「アスファルト舗装要綱」/平成5年1月/(社)日本道路協会
- 10) 「道路土工-施工指針」/昭和61年11月/(社)日本道路協会
- 11) 「重金属等に係る土壌汚染調査・対策指針」/平成6年11月11日/環境庁
- 12) 「有機塩素系化合物等に係る土壌・地下水汚染調査・対策暫定指針」/平成6年11月11日/環境庁
- 13) 「北陸地方建設局土木工事共通仕様書」/平成10年4月/北陸地方建設局建設技術協会
- 14) 「工事関係共通仕様書」/昭和63年5月/(社)日本住宅・都市整備公団
- 15) 「地盤工学 実務シリーズ No.7 廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用」/平成10年9月/(社)地盤工学会
- 16) 「平成8年度 建設副産物実態調査集計解析業務 報告書」/平成9年/パシフィックエンジニアリング株式会社
- 17) 「北陸地方建設リサイクル推進計画'97」/平成10年9月/建設省北陸地方建設局
- 18) 「セメント系固化材による地盤改良マニュアル[第二版]」/平成6年8月/社団法人 セメント協会

フォローアップ調査のお願い

本手引きを作成するにあたって、一定の調査を行っておりますが、更に充実した手引きにしていくために、フォローアップ調査のご協力をお願いします。

1. 調査の対象工事

- 安定処理を行う現場では、主にスタビライザや標準バックホウ、ロータリー内蔵型バケット付バックホウが使用されると思いますが、施工機械に係わらず調査対象とします。
- 本手引きの中の改良材添加量決定に関する必要事項（標準添加量一覧表、割り増し率等）のうち一部のみ引用する場合も調査対象とします。

2. 調査票への記入

- 別紙、「調査票」に必要事項を記入のうえ、下記の送付先まで送付願います。
改良機械により送付時期が異なりますが、その時点で記入できる範囲を記入して送付願います。
- 調査票は、1土質につき1枚として下さい。
- 送付につきましては、FAX又は郵送でお願いします。

3. 調査票の送付及びフォローアップ調査の実施

- 標準バックホウ又は、ロータリー内蔵型バケット付バックホウを使用される場合は、下記の調査機関で施工状況等のフォローアップ調査を行いますので、現場施工の前に調査機関へ送付願います。
なお、調査内容につきましては、後日連絡調整させていただきます。
- スタビライザを使用される場合は、現場施工終了後に調査機関へ送付願います。
- 現場の施工工程に影響を与えないように致しますのでぜひご協力下さい。

4. 送付先及び調査機関

建設省 北陸地方建設局 北陸技術事務所 調査試験課 材料試験係
〒950-1101 新潟県西蒲原郡黒埼町大字山田字堤付2310-5
TEL 025-231-1281 FAX 025-267-8616

フォローアップ調査票

1. 一般事項

記入日 年 月 日

工事名	
施工場所	
発注者(連絡先)	
受注者(連絡先)	
記入者(連絡先)	

2. 「設計」に関する事項

発生場所	<input type="checkbox"/> 自現場 <input type="checkbox"/> 他現場()				
土質試験結果	自然含水比(%)		粒度分布	石分(5mm以上)	%
	湿潤密度(g/cm ³)			礫分(2~75mm未満)	%
	乾燥密度(g/cm ³)			砂分(75μm~2mm未満)	%
	液性限界(%)			シルト分(5μm~75μm未満)	%
	塑性限界(%)			粘土分(5μm未満)	%
コーン指数 (発生土区分仕様)	() kN/m ²				
土質区分 (簡易分類)	<input type="checkbox"/> 砂質土SF <input type="checkbox"/> シルトM <input type="checkbox"/> 粘性土C <input type="checkbox"/> 火山灰質粘性土V <input type="checkbox"/> その他()				
発生土区分	<input type="checkbox"/> 第3種発生土 <input type="checkbox"/> 第4種発生土 <input type="checkbox"/> 泥土 <input type="checkbox"/> その他()				
その他					
適用用途	<input type="checkbox"/> 工作物の埋め戻し <input type="checkbox"/> 道路(路体)盛土 <input type="checkbox"/> 土木構造物の裏込め <input type="checkbox"/> 一般堤防の築堤 <input type="checkbox"/> 道路(路床)盛土 <input type="checkbox"/> その他()				
改良目標強度	<input type="checkbox"/> コーン指数() kN/m ² <input type="checkbox"/> CBR値() % <input type="checkbox"/> 一軸圧縮強度() kN/m ² <input type="checkbox"/> その他()				
改良材の種類	<input type="checkbox"/> 普通ポルトランドセメント <input type="checkbox"/> セメント系固化材(メーカー・商品名:) <input type="checkbox"/> その他()				
改良材添加量の 決定方法	<input type="checkbox"/> 手引き(案)による <input type="checkbox"/> 配合試験結果に基づく				
改良材添加量	<input type="checkbox"/> 手引き(案)より求めた標準添加量 <input type="checkbox"/> 配合試験より得た室内添加量 () kg/m ³ 割り増し率α: <input type="checkbox"/> 0.15 <input type="checkbox"/> 0.2 <input type="checkbox"/> 0.3 <input type="checkbox"/> その他() 現場添加量() kg/m ³				
対象土量	<input type="checkbox"/> 0~100m ³ 以下 <input type="checkbox"/> 100~500m ³ 以下 <input type="checkbox"/> 500~1,000m ³ 以下 <input type="checkbox"/> その他() m ³				

3. 「施工」に関する事項

改良機械	<input type="checkbox"/> ローター内蔵型バケット付バックホウ <input type="checkbox"/> 標準バックホウ <input type="checkbox"/> その他() (但し、1土質当りの発生土量とする。)		
改良厚さ	<input type="checkbox"/> ()cm × ()層 = 計()cm <input type="checkbox"/> 該当せず		

4. 「施工管理」に関する事項

標準バックホウ又は、ロータリー内蔵バケット付バックホウを使用される場合は、施工・品質管理の「予定」を記入してください。
 スタビライザを使用される場合は、施工・品質管理の「結果」を記入してください。

施工年月日	年 月 日	天気()	施工時間帯(時 ~ 時)
改良強度	<input type="checkbox"/> 室内コーン指数試験 <input type="checkbox"/> 現場コーン指数試験	())kN/m ²
	<input type="checkbox"/> 室内CBR試験 <input type="checkbox"/> 現場CBR試験	())%
	<input type="checkbox"/> 一軸圧縮試験	())kN/m ²
	<input type="checkbox"/> 平板載荷試験	())kN/m ²
	<input type="checkbox"/> その他()	())
締固め管理	管理基準値 <input type="checkbox"/> 密度比 % <input type="checkbox"/> 空気間隙率 % <input type="checkbox"/> 飽和度	試験方法	試験結果 (スルのみ) %
特記事項			

5. その他

手引き(案)を利用して気づいたこと等	
--------------------	--

建設発生土利活用検討会

委員長	藤田 和俊	北陸地方建設局 企画部 事業評価管理官
	(関 博)	北陸地方建設局 企画部 工事評価管理官
委員	池田 重三郎	北陸地方建設局 企画部 技術管理課長補佐
	(山崎 吉晴)	
	浮須 修栄	北陸地方建設局 河川部 河川工事課長補佐
	(臼井 政明)	
	高橋 公夫	北陸地方建設局 道路部 道路工事課長補佐
	山崎 吉晴	北陸地方建設局 新潟国道工事事務所 工務第一課長
	(杉村 明)	
	中嶋 勝美	北陸地方建設局 高田工事事務所 工務第一課長
	立野 常幸	北陸地方建設局 北陸技術事務所 副所長
	(大平 則夫)	
	坪内 昭雄	北陸地方建設局 北陸技術事務所 調査試験課長
	清水 洋一	新潟県 土木部 技術管理課長補佐
	(桑原 始)	
安久 勇悦	富山県 土木部 企画用地課主幹	
(松木 俊二)		
千田 努	石川県 土木部 技術管理課長補佐	
(地本 國洋)		

注) ()内は前任者。

オブザーバー	大川 秀雄	新潟大学 工学部 建設学科 教授
事務局	北陸地方建設局	企画部 技術管理課 労働資材係
	北陸地方建設局	北陸技術事務所 調査試験課 材料試験係

北陸地方建設副産物対策連絡協議会

農林水産省 北陸農政局

運輸省 第一港湾建設局

建設省 北陸地方建設局

建設省 関東地方建設局(営繕部)

新潟県

富山県

石川県

日本道路公団 北陸支社

地域振興整備公団

日本下水道事業団

(社)日本土木工業協会 北陸支部

(社)日本道路建設業協会 北陸支部

(社)新潟県建設業協会

(社)富山県建設業協会

(社)石川県建設業協会

(社)北陸建設弘済会

(社)建設コンサルタンツ協会 北陸支部

北陸建設リサイクル協会

(社)新潟県建築士事務所協会

(社)富山県建築士事務所協会

(社)石川県建築士事務所協会

北陸土木コンクリート製品技術協会

小規模発生土のセメント安定処理の手引き(案)

平成12年3月発行

監修 建設省北陸地方建設局, 新潟県, 富山県, 石川県
編集, 発行 北陸地方建設副産物対策連絡協議会
〒951-8505 新潟県新潟市白山浦一丁目425-2
TEL 025-266-1171