

公園緑地の整備における盛土への
津波堆積物の活用手順(案)

平成 24 年 3 月 27 日

国土交通省都市局公園緑地・景観課

目次

I. 位置付け	1
II. 概要	1
1. 構成	1
2. 留意事項	2
3. 関係法令等	3
4. 材料調達	3
III. 活用手順（案）	4
1. 参考とする技術的指針等	4
2. 活用手順（案）	5
2.1 基本的な流れ	5
2.2 基本方針	6
2.2.1 復興計画との整合	6
2.2.2 盛土工の基本	6
2.3 調査	7
2.3.1 公園緑地の整備に関する調査	7
2.3.2 盛土材の性状に関する調査・試験	7
(1) 盛土材の調査	7
(2) 特に注意の必要な盛土材	10
2.3.3 基礎地盤に関する調査	11
(1) 盛土の基礎地盤の調査	12
(2) 特に注意の必要な盛土基礎地盤	12
2.4 設計	14
2.4.1 盛土材改良設計	14
(1) 盛土材としての要求品質	14
(2) 発生土の土質改良	15
2.4.2 造成設計	15
(1) 設計の基本	15
(2) 盛土の安定性の照査	16
(3) のり面形態と盛土構造	17
2.4.3 耐震設計	18
(1) 地震の影響	18
(2) 盛土の安定性の照査方法	18
(3) 地盤の液状化の影響	19
2.4.4 のり面保護工の設計	19

2.4.5	排水施設的设计	20
(1)	排水施設	20
(2)	のり面排水工	20
(3)	地下排水工	22
(4)	盛土内の排水	23
(5)	基礎地盤の排水	25
2.4.6	軟弱地盤対策工的设计	25
2.5	施工	28
2.5.1	盛土造成	28
(1)	盛土材の調整	28
(2)	盛土材の敷均し	31
(3)	敷均し厚さ	31
(4)	締固め	32
(5)	締固め作業及び締固め機械	35
2.5.2	のり面	37
(1)	盛土のり面の施工	37
(2)	のり面の締固め・整形	37
2.5.3	基礎地盤の処理	38
(1)	軟弱地盤対策が必要な場合の処理	38
(2)	基礎地盤の伐開除根及び表土処理	38
(3)	基礎地盤が水田等の場合の処理	38
2.6	維持管理	40
(1)	平常時の点検・保守・補修・補強	40
(2)	異常時の点検・調査・対策	40
3.	その他の留意事項	41
3.1	津波に耐える盛土造成	41
3.2	地域生態系への配慮	42
4.	関係法令等	43
4.1	環境影響評価等	43
4.2	環境部局より廃棄物として取り扱うよう指導を受けた場合の対応	43
(1)	廃棄物としての取扱に関する確認	43
(2)	廃棄物とした場合の個別指定制度等による活用	43
(3)	申請・届出	43
5.	材料調達	44
5.1	調達可能期間	44
(1)	宮城県	44

(2) 岩手県	46
5.2 調達窓口・調整方法	46
5.3 材料・規格品質の確保	47
IV. 基礎資料	48
1. 現地調査結果	48
2. 室内試験結果	49
3. 現地試験施工結果	54
(1) 試験施工結果	54
(2) 粒度調整に関する検証結果	59

I. 位置付け

公園緑地の整備における盛土への津波堆積物の活用手順（案）（以下、活用手順（案）という）は、『東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針』（平成 24 年 3 月 国土交通省都市局公園緑地・景観課）第 4 章 公園緑地の整備における災害廃棄物の活用に関する基本的考え方に基づき、公園緑地の整備における盛土への津波堆積物の活用の際に必要な技術的な事項を、標準的な手法としてとりまとめたものである。

なお、活用手順（案）の活用に当たっては、「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」第 4 章 公園緑地の整備における災害廃棄物の活用に関する基本的考え方を踏まえるものとする。

II. 概要

活用手順（案）では、既存の技術的指針等を参考に、津波堆積物を盛土に活用する際の基本方針、調査、設計、施工、管理の各段階における手法や留意事項を示した。また、地方公共団体の復興計画の策定状況や災害廃棄物の処理状況等を踏まえ、材料調達等の考え方を整理した。加えて、基礎資料として現地調査結果、室内試験結果、現地施工結果等を示した。

1. 構成

津波堆積物の盛土材としての活用手順は、基本的に通常の盛土工と同様である。

①基本方針

方針を定める際には、各地方公共団体が策定する復興計画との整合を図る必要がある。

②調査

津波堆積物を盛土に活用する場合、周辺の環境条件を総合的に調査・解析するとともに、必要となる土量や盛土材としての概略的な性質を把握し、地盤改良や盛土の安定性確保に必要な盛土の基礎地盤に関する調査を行う。

③設計

津波堆積物を盛土に活用する場合、盛土材改良設計、造成設計、耐震設計、のり面保護工の設計、排水施設の設計、軟弱地盤対策工の設計を行う。

④施工

1 層の仕上がり厚さを 30cm 以下とし、起振力表示が 50kN 以上の振動ローラ等で盛土の所要力学特性を満たすまで締固める。締固め管理に当たっては、設計で設定した盛土の所要力学特性を確保するための品質基準を満足する敷均し厚さ、締固め回数、施工含

水比等の施工仕様を現場での試験施工で求める工法規定方式が望ましい。

⑤維持管理

盛土工の施工後は、平常時における防災点検、日常点検、定期点検を実施するとともに、災害や変状が生じた場合等には、異常時の臨時点検、調査を実施し、応急対策を実施する。

2. 留意事項

土木構造物として強度が求められる盛土については、安全性、耐久性を確保するとともに、周辺への影響等に留意する必要がある。具体的には、以下の事項について留意する必要がある。

- ① 活用する災害廃棄物が、地方公共団体の環境部局等により有害物質を含まないと確認されたものであること
- ② 活用する災害廃棄物が、盛土材としての粒度組成や締固め度等の強度を確保する上で必要な基準を満たしていること
- ③ 活用する災害廃棄物に木くずなどの不純物（腐朽の可能性がある有機物等）が混在している場合や盛土造成計画地が軟弱地盤である場合等、盛土の安定性や利用者の安全性の確保のため必要な措置を図ること
- ④ 造成後の浸出水や地盤沈下等周辺への影響がある事項について継続的な監視、立ち入り制限等の対応を行うこと
- ⑤ 災害廃棄物を活用した盛土が、地震に耐え得るものであること
- ⑥ 災害廃棄物を活用した盛土が、将来にわたり土木構造物として安全性、耐久性等が確保されたものであること

なお、復興計画等で津波からの避難地として位置づけられた公園緑地の盛土の造成に関しては、今後地盤工学会等の専門機関で新たな知見がとりまとめられる場合は、本指針に加えてそれを参考とすることが望ましい。

やむを得ず上記の留意事項が確保できない場合には、利用者の安全性の確保のため公園緑地への利用者の立ち入りを制限する等の対応を行う必要がある。また、災害廃棄物を活用した盛土により公園緑地の整備を行う場合には、盛土前の表土の保全及び植栽基盤としての活用など、地域生態系に配慮する必要がある。

3. 関係法令等

公園緑地の整備事業については、自治体が条例により環境影響評価、生活環境影響調査の実施を定めている場合、対象範囲、手続き等を確認した上で、必要な調査を実施し、申請、届出を行う。

4. 材料調達

「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）」（平成23年5月16日 環境省）（以下「マスタープラン」という）に基づき、概ね平成25年末から平成26年3月迄を目途に仮置場における分別・破碎等の処理が行われることから、災害廃棄物の調達可能期間に留意し、その期間中に盛土材として活用できる津波堆積物を確保する。

Ⅲ. 活用手順(案)

1. 参考とする技術的指針等

主に以下の技術的指針等を参考とした。

- ・ 「建設発生土利用技術マニュアル第3版」(平成16年9月 独立行政法人土木研究所編著)
- ・ 「道路土工 盛土工指針」(平成22年4月 (社)日本道路協会)
- ・ 「道路土工 軟弱地盤対策工指針」(昭和61年11月 (社)日本道路協会)
- ・ 「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」(平成21年10月 独立行政法人土木研究所監修)
- ・ 「都市公園技術標準解説書」(平成22年6月 国土交通省 都市局 公園緑地・景觀課 監修)

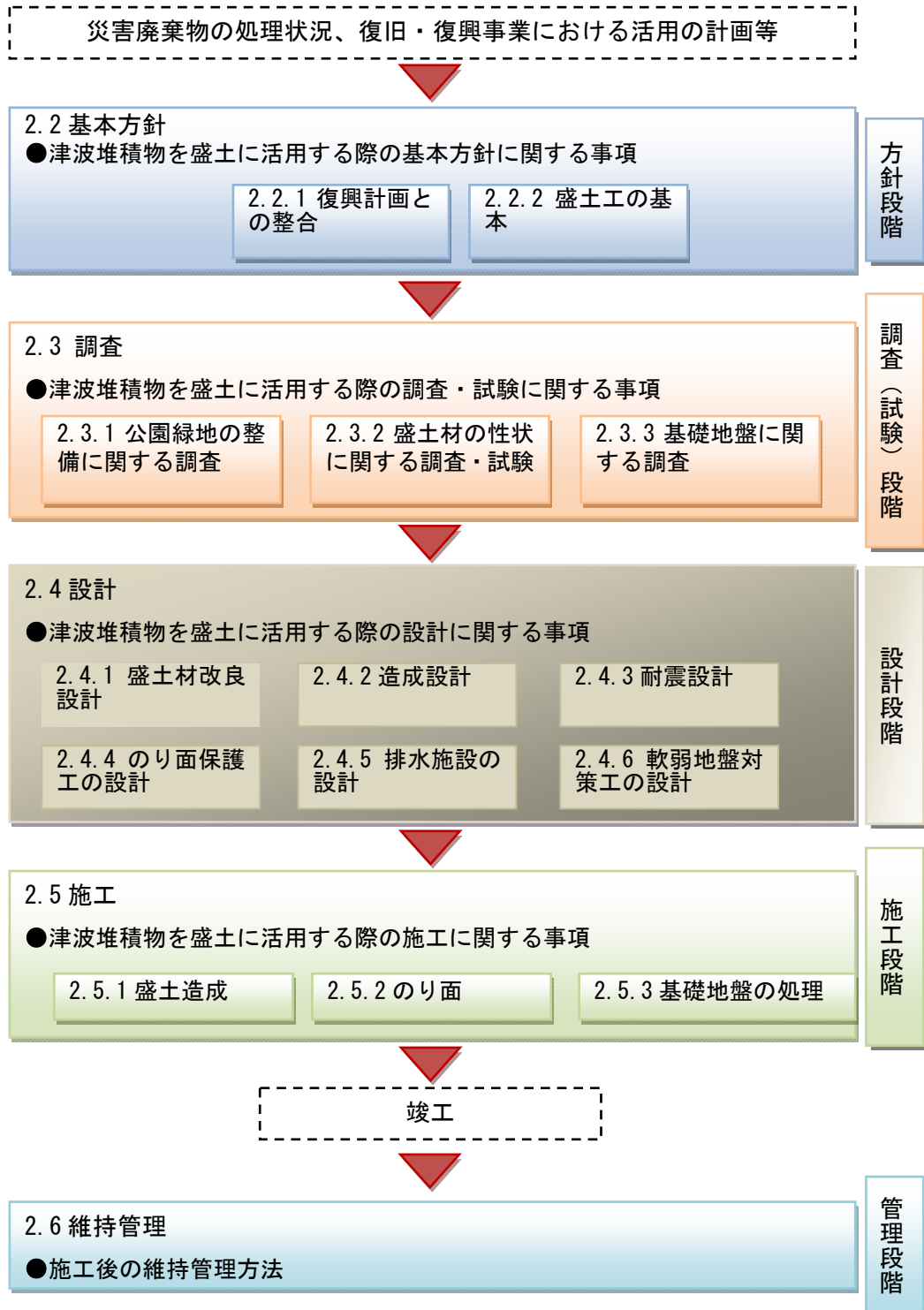
なお、上記以外にも、地方公共団体が地域の実情に合わせて新たに技術的指針等を策定、改訂した場合や、関連する基準が新しく策定、改訂された場合等においては、それらも参考とする。

2. 活用手順（案）

以下に活用手順（案）を示す。なお、明朝体の部分は各技術的指針等からの抜粋である。

2. 1 基本的な流れ

津波堆積物を盛土に活用する基本的なフローは、道路土工 盛土工指針の構成を踏まえ、以下のように設定した。



2. 2 基本方針

2.2.1 復興計画との整合

現在策定されている地方公共団体の復興計画に位置付けられた公園緑地において、災害廃棄物の活用のため、津波堆積物を盛土材として活用していくことが考えられる。

この場合、復興計画に示された公園緑地整備の方針、造成の計画、配置、規模（土工数量等）、整備の内容等の関連条件と整合を図ることが必要である。

2.2.2 盛土工の基本

盛土工の基本について、以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.15)

盛土工の実施に当たっては、使用目的との整合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

盛土工の実施に当たっては、盛土の特性を踏まえて計画・調査・設計・施工・維持管理を適切に実施しなければならない。

2. 3 調査

2.3.1 公園緑地の整備に関する調査

公園緑地の整備に関する調査について、以下に示す。

(都市公園技術標準解説書 平成 22 年度版 p. 2)

都市公園の計画、設計は敷地の立地する風土に適合したものでなければならない。敷地造成工は園路・広場をはじめとする公園施設の基盤を整備する工事であり、敷地造成の計画に当たっては自然条件はもちろんのこと、土地利用などの社会条件も含めた調査が必要であり、計画地とその周辺の土地の地形、地質、土壌、植生、水系など、計画地をとりまく環境を総合的に調査・解析し、公園を構成する諸施設の配置、排水系統、景観構成などをふまえ、計画地の特性と整合性を図り、効率的な造成計画とすることが必要である。

2.3.2 盛土材の性状に関する調査・試験

盛土材の性状に関する調査・試験について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 26)

盛土材料の調査に当たっては、土量の配分計画や土取り場の調査が大切であり、必要とする土量及び採取土の盛土材料としての概略的な性質を把握する。実例の少ない盛土材料を使用する場合、盛土材料に関する各種の試験を行う。

(1) 盛土材の調査

盛土材の調査について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 53-p. 54)

(詳細は道路土工 盛土工指針 p. 53-p. 61)

盛土材料の調査に当たっては、土量の配分計画を立てる必要があり、切り盛り土量のバランスと運搬距離、適切な建設機械及び盛土で要求される品質等を的確に把握しなければならない。

表 1 に、盛土材料としての検討事項と適用すべき土質試験方法を示す。高盛土や地震による影響を検討する場合等、盛土材料のせん断強さ等の強度定数が必要な場合には、三軸圧縮試験等を実施するものとする。

なお、表 1 に示す項目は標準的な項目を示したものであり、盛土材料の特性に応じた適切な試験を実施しなければならない。したがって、ここに示す以外の、盛土材料の把握に有効と思われる新しい調査・試験方法についても、これを活用し適切な評価を与えることで、盛土の安定性の検討等に有効となる場合がある。その他の土質調査・試験方法の詳細については、「地盤調査の方法と解説」、「地盤材料試験の方法と解説」や「岩の試験・調

査方法の基準・解説書」(いずれも(社)地盤工学会)に示されているので参考にするとよい。

表1 盛土材料の検討事項と適用すべき土質試験法
(道路土工 盛土工指針 p.56)

調査方法 調査項目	土質試験																		
	土の含水比試験方法	土の液性限界・塑性限界試験方法	土粒子の密度試験方法	土の粒度試験方法	突固めによる土の締固め試験方法	締め固めた土のコーン指数試験方法	CBR試験方法(締め固めた土のCBR試験)	土の一軸圧縮試験方法	土の非圧密・非排水(UU)	土の三軸圧縮試験方法	土の圧密・非排水(CU)	土の圧密・非排水(CU)	土の圧密・排水(CD)	土の圧密試験方法	突固めたセメント安定処理土混合物の凍結融解試験方法	凍土性判定のための土の凍土試験方法	土壌の汚染に係る環境基準について	岩のスレーキング率試験方法	岩の破砕率試験方法
	(w _p)	(w _L)(w _p)	(ρ)			(q _c)	(q _u)												
土層の連続性と土質分類	◎	◎																	
盛土のり面の安定	粘土,粘性土	△	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	○					
	細砂,砂質土等	△	△		△	△							△						
盛土自体の圧縮	○	○	○	○	○	○								○			○	○	
施工機械のトラフィカビリティ	○	○		○	○	○													
路床で裏の込め用材と否	盛土材料に関する試験	◎	◎	◎	◎	◎	○												
	風化・細粒化に対する長期安定性	○	○	○	○	○	○											○	○
	安定処理試験	○	○	○	○	○	○	○										◎	
	凍上・凍結融解に対する安定性	△	△		△		△	△							△	△			
締固め管理の基準・方法	◎		◎	◎	◎														

凡例 ◎: 基本的に実施する試験
○: 盛土材料に応じて実施する試験
△: 設計条件等に応じて実施する試験

注1) 試験はモールド内で突き固めた試料について行う。
2) 突固め後の粒度試験を行う。
3) 特殊な装置を必要とする。
4) 泥岩等スレーキングに対する耐久性

調査頻度について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.57)

建設発生土を盛土材料として利用する場合及び土取り場等では、盛土材料としての試験を行うために、露頭あるいはテストピットから代表的ないくつかの層についてサンプリングを行う。

適切な盛土材を選定するための留意事項について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 54-p. 55)

盛土材料として望ましい条件として次の項目があげられる。

- ・ 盛土の安定のために締固め乾燥密度やせん断強さが大きいこと
- ・ 締め固めやすいこと
- ・ 盛土の安定に支障を及ぼすような膨脹あるいは収縮のないこと
- ・ 材料の物理的性質を変える有機物を含まないこと
- ・ 施工中に間隙水圧が発生しにくいこと
- ・ トラフィカビリティーが確保しやすいこと
- ・ 重金属等の有害な物質を溶出しないこと

盛土材の選定について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 131-p. 132)

盛土材料には、施工が容易で、盛土の安定性を保ち、かつ有害な変形が生じないような材料を用いなければならない。このため、盛土に用いる材料としては、敷均し・締固めが容易で締固め後のせん断強度が高く、圧縮性が小さく、雨水等の侵食に強いとともに、吸水による膨潤性（水を吸着して体積が増大する性質）が低いことが望ましい。

盛土材料の選定に当たっては、室内締固め試験、コーン指数試験や試験施工等によりその特性を確認の上、適切に選定する必要がある。この際、敷均し層厚、施工性、品質の確保の観点等を考慮して材料の最大粒径に注意する必要がある。

土質改良の対策を必要とする盛土材について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 55)

通常、ほとんどの土質材料は盛土材料として使用できるが、高有機質土（腐食土等）、ベントナイト、変質の著しい岩、風化の進んだ蛇紋岩、温泉余土、凍土等は、盛土完成後の圧縮性・膨張性が大きいと、そのまま盛土材料として使用せず土質改良等の対策を検討する。

分別された津波堆積物に撤去しきれない木くず等の有機物が含まれ、土質改良等の対策を検討する必要がある高有機質土（腐食土等）に該当するかどうかについては、強熱減量を計測して表 2 に示す代表的な数値と比較して検討する。なお、ここで言う高有機質土とは泥炭並の強熱減量を示す土と考えることができる。

表2 代表的な土での強熱減量の測定例
 (地盤材料試験の方法と解説 p. 339-p. 340)

試料土	採取場所	強熱減量 (%)
泥炭	北海道札幌市	93.25
	埼玉県大宮市	72.38
	千葉県我孫子市	84.73
	静岡県袋井市	92.49
黒ぼく	埼玉県大宮市	23.86
	茨城県勝田市	16.11
関東ローム (褐色)	東京都青梅市	6.22
関東ローム (黒色)	茨城県勝田市	7.10
しらす	宮崎県えびの市	3.53
まさ土	広島県福山市	1.56
土丹 (砂屑性泥岩)	神奈川県横須賀市	11.85
土丹 (砂質泥岩)	神奈川県横浜市	4.03
へどろ	広島県福山市	7.97

(2) 特に注意の必要な盛土材

①トラフィカビリティーが問題となる土

トラフィカビリティーが問題となる土に関する留意事項を以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 63)

津波堆積物より分別された土等が高含水比の粘土・粘性土・砂質シルト等の場合、これらを取り扱う工事では、施工機械の走行に耐え得る土の能力（トラフィカビリティー）が必要である。これらの材料は、図1に示すようにこね返しによって強度が大きく低下し、施工機械のトラフィカビリティーが得られず、降雨等により水を含むと自然には排水しづらい性質を持っている。特に雨期や気温の低い時期は、著しい難工事となることが多い。したがって、土工の円滑な作業を行うためには、材料のトラフィカビリティーに応じた機種を選定するのがよい。

なお、トラフィカビリティーは、「締め固めた土のコーン貫入試験 (JGS 0716)」により判断することが一般的である。建設機械の走行に必要なコーン指数については、「道路土工要綱 共通編 第5章 施工計画」に記載されている。

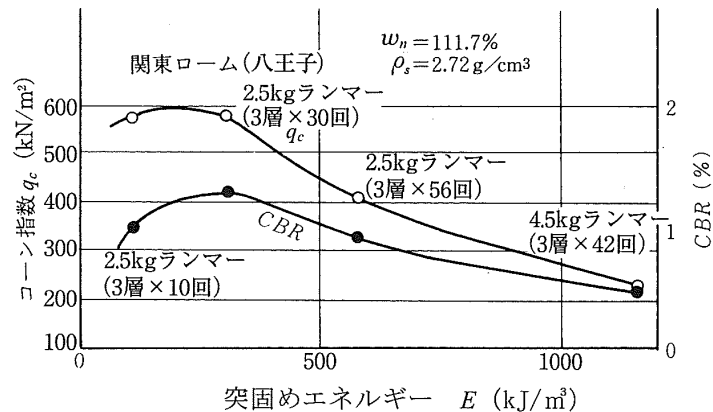


図1 突固めエネルギーの強度変化の例
 (「道路土工 盛土工指針」p. 63)

②降雨により侵食を受ける土

降雨により侵食を受ける土に関する留意事項を以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 65)

まさ土、山砂、しらす等の砂または砂質系の材料は、一般に粘着性に乏しいため、施工中あるいは施工後に降雨、集中豪雨、春先の融雪水によりり面の侵食やり面の崩壊を生じることがある。

調査に当たっては、自然含水比と最適含水比に注目するとともに、含水比の変化により強度が著しく変化する材料であるかどうか確認を行っておくとよい。また細粒分(75 μ mふるい通過分)が比較的多い(10~15%以上)ものは、一度入った水が抜けにくく、豪雨、融雪時に盛土が侵食を受けたり崩壊を起こしたりしやすいため、降雨災害記録を調査するとよい。

2.3.3 基礎地盤に関する調査

基礎地盤に関する調査の基本的考え方について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 24)

調査の初期の段階において、盛土の基礎地盤に関する調査は、地盤改良等の必要性や盛土の安定性等、盛土を計画する上で重要な要素となるため、慎重な調査を実施するものとする。

(1) 盛土の基礎地盤の調査

盛土の基礎地盤の調査について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 46)

盛土の基礎地盤の調査に当たっては、不安定な基礎地盤の存在が予想される場合に、現地踏査を含む土質調査を実施し、その性状、分布及び問題となる基礎地盤の厚さを把握するため、主に以下に示す事項について実施する。

- ①地形判読
- ②現地踏査
- ③ボーリング
- ④サンプリング
- ⑤サウンディング
- ⑥地下水調査
- ⑦土質試験

(2) 特に注意の必要な盛土基礎地盤

特に注意の必要な盛土基礎地盤について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 50)

軟弱層のある箇所、地山からの湧水のある箇所、地盤が傾斜している箇所、地すべり地の盛土、液状化のおそれのある地盤については、「1-3 盛土の変状の発生形態及び特に注意の必要な盛土」(盛土の自重、異常降雨等、地山からの地下水浸透及び地震による変状・崩壊をいう。道路土工 盛土工指針 p. 6) に示す盛土の変状・崩壊につながるおそれがあるため、基礎地盤の調査について特に慎重に実施しなければならない。

軟弱層のある箇所の盛土基礎地盤調査方法について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 50-p. 51)

軟弱地盤の調査では通常、安定性、支持力、沈下について検討を行うために現地踏査の後にサウンディング及びボーリング等を実施して地盤の状態を把握する。

水田、湿地では表層に軟弱層が存在していることが多く、これらの箇所においては、スウェーデン式サウンディング試験、オランダ式コーン貫入試験、電気式静的コーン貫入試験等により軟弱層の厚さや分布を確認するとよい。

なお、軟弱層が厚い場合、盛土構築による基礎地盤の安定が問題になる場合、及び液状化のおそれのある場合は、「道路土工－軟弱地盤対策工指針」に基づき調査計画を立案す

る。ただし、軟弱地盤とはいわないまでも、施工に当たっては細心の注意を要する地盤も多いので、基礎地盤の調査は慎重に行うことが大切である。

2. 4 設計

2.4.1 盛土材改良設計

(1) 盛土材としての要求品質

公園緑地における津波堆積物の盛土材としての改良の考え方について以下に示す。

(建設発生土利用技術マニュアル p. 76)

土地造成（公園・緑地造成）のうち構造基盤の盛土造成においては、ほとんどの発生土がそのまま利用できる。また、特に低品質な土についても、土質改良工法を用いることにより利用することができる。

構造基盤の造成に使用する発生土の品質は、一般堤防や宅地造成に用いる発生土の要求品質に準じることを原則とするが、造成地盤上に構造物を構築しない場合や若干の沈下・変状が許される場合はこの限りではなく、設計者の判断によってさらに緩和された材料規定とすることができる。

盛土材として、宅地造成に用いる発生土に準じる要求品質を満たすための改良の考え方について以下に示す。

(建設発生土利用技術マニュアル p. 72)

土地造成（宅地造成）においては、現地で入手できる材料のうち、コーン指数が 400kN/m^2 以上の良質のものを盛土材として用いることが基本である。これを満たさない材料については、安定処理などで土質改良を図るか、使用場所を限定する等の留意を行うことにより利用できる。

敷地内の流用土を盛土材とする場合には、盛土材の最大寸法は 300mm （搬入盛土材の場合は 100mm ）を原則とする。ただし、仕上げ面から深さ 1m 未満の盛土材の最大寸法は 100mm 以内とし、かつ、径が 37.5mm 以上の混入率は 40% 以下とする。また、仕上げ面から深さ 1m 以上で、盛土材寸法 300mm 以内の材料が一部混入する場合は、構造物の基礎及び地下埋設物に悪影響を及ぼさない範囲とし、周囲を細かい材料で充填し、空隙を生じないように施工しなければならない。

盛土材が高含水率の粘性土 ($400\text{kN/m}^2 > q_c \geq 200\text{kN/m}^2$) の場合、または水による浸食を受けやすい砂質土の場合は、のり面付近に用いないものとする。

試験盛土は、工事区域の代表的な土質ごとについて行う。数種の土が混合されて盛土される場合には、モデル施工によって混合された材料について試験盛土を行う。

(2) 発生土の土質改良

掘削した発生土に適用可能な土質改良工法について以下に示す。

なお、土の種類については「建設発生土利用技術マニュアル第3版, p28」の土質区分基準を参照できる。

(建設発生土利用技術マニュアル第3版 p. 77-p. 78)

①含水比低下

- ・水切り・天日乾燥

主にトラフィカビリティーの確保ができる程度に、天日乾燥等による含水比低下や改良材混合等の簡易な土質改良を行うことにより、泥土cまでの利用が可能となる。

②粒度調整

- ・良質土混合

第4a種では含水比の低い良質な土を混合することにより利用が可能となる。また、第4b種のような細粒分が多く含水比の高い土には、含水比の低い砂質系の土を混合し、含水比を下げることにより締固め特性を改善することができる。

③安定処理等

第4種建設発生土および泥土はセメントや石灰等による土質改良により利用可能となる。なお、アルカリが植生の妨げになることが懸念される場合は、構造基盤上部に適切な層厚の植栽対象基盤を造成することで、その影響をなくすことができる。

2.4.2 造成設計

(1) 設計の基本

造成設計の基本について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 80)

盛土の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。盛土の設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して要求性能を設定し、それを満足することを照査する。盛土の設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。

基礎地盤、盛土材料、盛土高さ等が所定の条件を満たす場合には、これまでの経験・実績から妥当とみなせる構造（標準のり面勾配等）を適用することができる。

(2) 盛土の安定性の照査

盛土の安定性の照査の基本的な考え方について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.103)

盛土の設計に当たっては、想定する作用に対し、盛土及び基礎地盤が安定であること、及び変位が許容変位以下であることを照査することを原則とする。ただし、既往の経験・実績や近隣あるいは類似土質条件の盛土の施工実績・災害事例等から要求性能を満足するとみなせる仕様については、その適用範囲においてはこれを活用し、実績を大きく超える場合や、既往の事例から想定する各作用により変状・被害が想定されるような条件の場合において工学的計算を適用するよう配慮するのが現実的である。

このため、ここでは盛土の安定性検討のフローチャートの例を図2に示し、設計の手順と照査方法の選択の考え方を述べる。

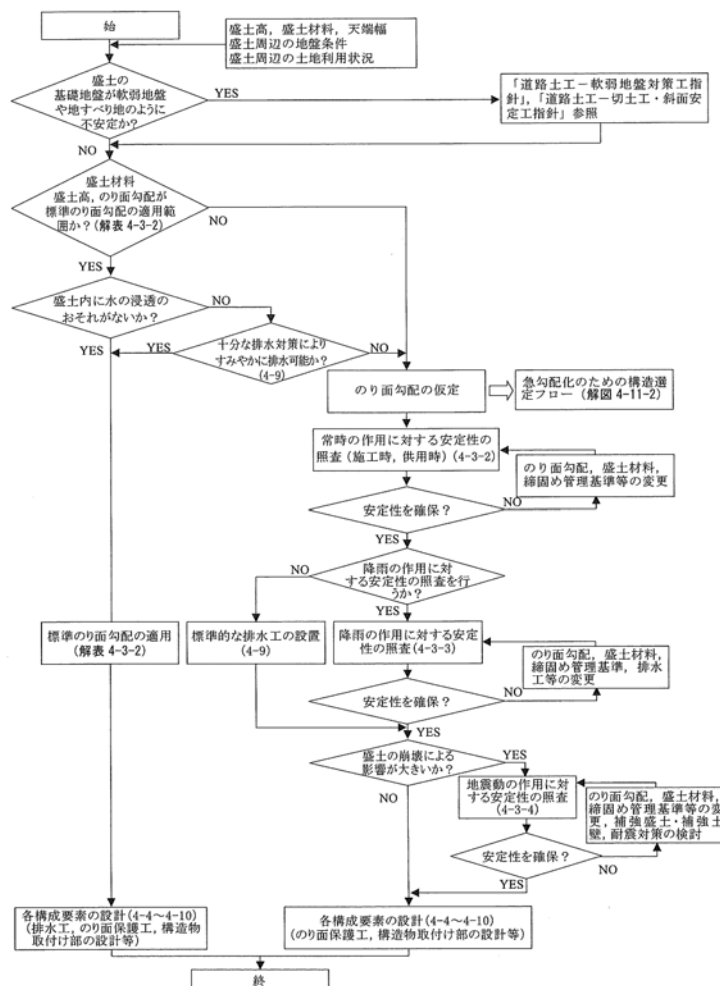


図2 盛土の安定性照査のフローチャートの例

(「道路土工 盛土工指針」 p.104)

盛土の標準のり面勾配について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.106-p.107)

盛土に必要な性能が確保できるとみなせる仕様の一つとして、既往の数多くの施工実績や経験に基づき、表 3 に示す盛土材料及び盛土高に対する標準的なり面勾配（以下「標準のり面勾配」とする）がある。標準のり面勾配は、基礎地盤の支持力が十分にあり、基礎地盤からの地下水の浸透のおそれがない場合や、地下水の浸透に対しすみやかに排出する排水対策を十分に行い、かつ、水平方向に敷き均らし密実に転圧され、「2.5 施工」に示す締固め管理基準値を満足する盛土で、必要に応じて侵食の対策（土羽土、植生工、簡易なり面、ブロック張工等によるり面保護工）を施した場合に適用できる。

表 3 標準のり面勾配の目安（「道路土工 盛土工指針」p.106）

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG) 岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.8~1:2.0	()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8~1:2.0	

(3) のり面形態と盛土構造

のり面形態と盛土構造について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.142)

盛土構造は現場ごとの条件（地盤条件、材料、気象等）、盛土の安定性、施工性等を配慮した合理的な設計をするものとし、のり面は少なくとも小段と小段にはさまれた部分を単一勾配とするのがよい。

また、2種類以上の材料による高い盛土では、各土質に応じた標準のり面勾配（表 3）を小段ごとに適用するものとする。

2.4.3 耐震設計

(1) 地震の影響

地震の影響について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.96)

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査においては、地震の影響として、慣性力及び基礎地盤・盛土の液状化の影響を考慮する。これら地震の影響は、地盤条件や盛土条件に応じて適切に組み合わせるものとする。

(2) 盛土の安定性の照査方法

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査方法について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.123)

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査手法は、構造物の変形を直接的に求めることができる残留変形解析手法と構造物の地震時安定性を安全率等により照査する震度法による安定解析手法に大別される。残留変形解析手法の1つであるニューマーク法は、入力パラメータの設定が円弧すべり法と同等であるが、比較的簡便に地震時の盛土の残留変位を求めることができる。

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査の留意点について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.121)

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査は、地震動レベルに応じて盛土及び基礎地盤が安定であること、変位が許容変位以下であることを照査することにより行うことを基本とする。なお、軟弱粘性土、液状化の発生が懸念されるゆるい飽和砂質土上に構築される盛土等、盛土基礎地盤の安定性が問題となる場合の耐震性能の照査は、「道路土工－軟弱地盤対策工指針」によるものとする。

ただし、地震動の作用に対する盛土の安定性の照査手法には、土質・地質調査、試験も含めて多くの仮定や不確定要素を含んでおり、想定する作用に対する盛土の挙動を的確に予測するのは容易ではない。したがって、数値解析等の結果のみで判断するのではなく、数値解析等はいくまでも検討の一手段として取り扱い、周辺の道路等における類似盛土の条件（土質、盛土高等）、施工実績や災害事例等の調査も含めた総合的な検討を行う必要がある。

検討の結果、必要とされる性能を満足しない場合には、のり面勾配の変更、基礎地盤の対策、盛土材料の改良について検討を行う。また、補強盛土や補強土壁等の採用も検討することが望ましい。

(3) 地盤の液状化の影響

地盤の液状化の影響について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.97)

液状化地盤上の盛土では、支持地盤の変形が盛土の変形に影響する。このため、地震時に液状化が生じる可能性がある場合は、液状化が生じると判定される土層の土質定数を低減させるなど、液状化の影響を適切に考慮する必要がある。軟弱粘性土地盤上に構築される盛土や、液状化の発生が懸念されるゆるい飽和砂質土地盤上に構築される盛土など、盛土基礎地盤の安定性が問題となる場合の地震動の作用に対する安定性の照査は、「道路土工－軟弱地盤対策工指針」によるものとする。

2.4.4 のり面保護工の設計

のり面の保護について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.144)

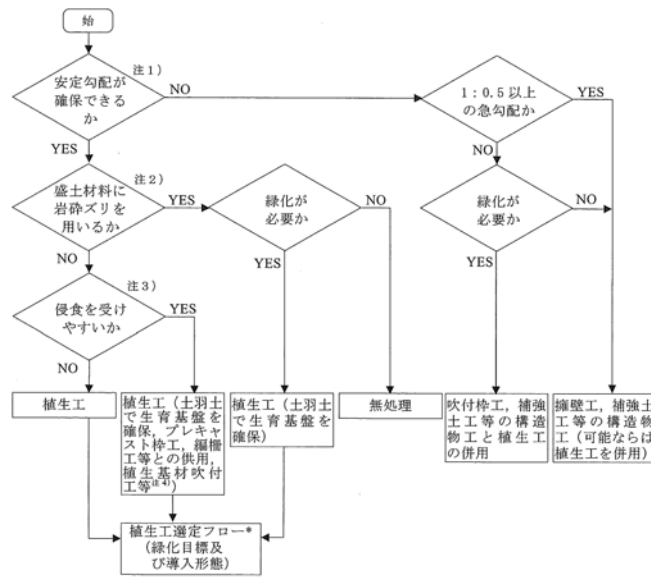
のり面保護工には、植物によるのり面保護工と、構造物によるのり面保護工があり、のり面の侵食や風化を防止し、のり面の安定性を図るとともに、必要に応じて自然環境の保全や修景を行う構造でなければならない。

のり面の保護工の種類と選定について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.146-p.147)

のり面保護工は、のり面の長期的な安定性確保を第一の目的としているため、その選定に当たっては、のり面の岩質、土質、土壌硬度、pH 等の地質・土質条件、湧水や集水の状況、気温や降水量等の立地条件や植生等の周辺環境について把握し、各工種の特徴（機能）を十分理解したうえで、のり面の規模やのり面勾配、経済性、施工性、施工後の維持管理の容易性も考慮する必要がある。

盛土のり面におけるのり面保護工の一般的な選定フローを図3に示す。



* 植生工選定フローは、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照する。
 注1) 盛土のり面の安定勾配としては、解表 4-3-2 に示した盛土材料及び盛土高に対する標準のり面の平均勾配を目安とする。
 注2) ここでいう岩砕ズリとは主に風化による脆弱化が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準じる。
 注3) 侵食を受けやすい盛土材料としては、砂や砂質土等があげられる。
 注4) 降雨等の侵食に耐える工法を選択する。

図3 盛土のり面におけるのり面保護工選定のフロー
 (道路土工 盛土工指針 p.147)

2.4.5 排水施設の設計

(1) 排水施設

排水施設の設計について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.149)

排水施設は、降雨や地下水等をすみやかに盛土外に排出し、水の浸入による盛土の弱体化を防止することを目的として設計する。このため、排水施設は、現地条件に応じて適切な工種の排水工を選定し組み合わせて設計する。

排水施設の設計に当たっては、事前に降雨、地表面の状況、土質、地下水の状況、既設排水路系統等を十分調査し排水能力を決定する。

(2) のり面排水工

のり面排水工について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.154)

のり面排水工は、のり面を流下する表面水によるのり面の侵食及び洗掘を防ぎ、盛土内への浸透を低減することにより、浸透水によるのり面を構成する土のせん断強さの減少、

間隙水圧の増大から生じる崩壊を防止できるよう、適切な構造としなければならない。

①盛土内の浸透水

表層崩壊のおそれがある場合は、盛土内の浸透水に対して排水工を検討する必要がある。表層崩壊のおそれのある盛土の特性を以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 155)

一般に、砂質の材料でできた盛土は表層崩壊を起こしやすい。また、斜面に腹付け施工をした場合、締め固められた盛土にゆるい土羽土を施工した場合、あるいは工事用運搬路の位置に後から急に盛り立てたり、構造物取付け部等の透水性の異なる土からできた盛土に浸透水が集中するとき等にも表層崩壊が起こりやすい。

表層崩壊のおそれがある箇所の排水対策について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 155)

表層崩壊のおそれのある箇所には、排水層等による排水を行ったり、のり尻に空石積みをしたり、あるいはのり尻部を砂礫、碎石やふとんかご等により置き換えて補強と排水を併用した対策を行う。また、盛土のり面の表面付近の材料に粘着性のある礫まじり土を用いて十分締め固め、浸透水が集中しないようにすればのり面の安定性を高めることができる。なお、「2.4.5 (3) 地下排水工」に示すように、のり尻部には必要に応じて基盤排水層を設ける必要がある。

②のり面排水の種類

のり面の安定のために設けられる排水工について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 155-p. 159)

のり面の安定性のために設けられる排水工の主なものを表4に示す。

この他に、のり面への浸透水が流出するのを防止するため浸透経路の途中に止水壁を設けたり、また、浸透水の供給をなくすためのり肩を不透水性の膜で覆うこともある。

表4 のり面排水工の種類
(道路土工 盛土工指針 p. 156)

排水工の種類	機能	必要な性能
のり肩排水溝	のり面への表面水の流下を防ぐ。	想定する降雨に対し溢水、跳水、越流しない。
小段排水溝	のり面への雨水を縦排水溝へ導く。	
縦排水溝	のり肩排水溝、小段排水溝の水をのり尻へ導く。	
のり尻排水溝	のり面への雨水、縦排水溝の水を排水する。	
のり尻工 (ふとんかご・じゃかご工)	盛土内の浸透水の処理及びのり尻崩壊の防止。	

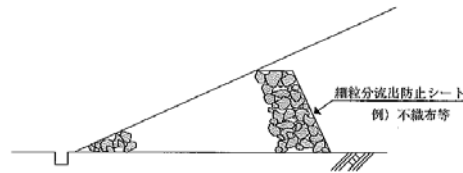


図4 のり尻工の例 (道路土工 盛土工指針 p. 158)

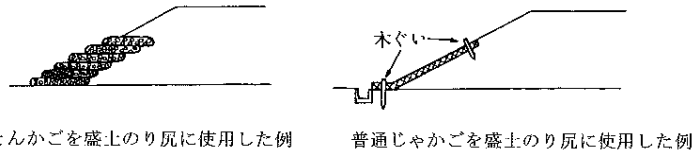


図5 ふとんかご・じゃかご工の使用例 (道路土工 盛土工指針 p. 159)

(3) 地下排水工

地下排水工について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 160、162)

地下排水工は、盛土及び路盤内の地下水位を低下させるため、周辺地山からの湧水が盛土内に浸透しないよう排除するとともに、路肩やのり面からの浸透水をすみやかに排除できるように、湧水の状態、地形、盛土材料及び地山の土質に応じて、適切な構造としなければならない。

地下排水工には表5に示すものがある。

表5 地下排水工の種類 (道路土工 盛土工指針 p. 162)

排水工の種類	機能	材料の特性等	関連項目
地下排水溝	盛土内の浸透水の排除	透水性が高くかつ粒度配合が良い材料	「4-9-5 地下排水工」(2)1)
水平排水層	盛土内の浸透水の排除	透水性が高くかつ粒度配合が良い材料	「4-9-5 地下排水工」(2)2)
基盤排水層	地山から盛土への水の浸透防止	透水性が高くかつ粒度配合が良い材料	「4-9-5 地下排水工」(2)3)
のり尻工 (ふとんかご・じゃかご工)	盛土内の浸透水の排除及びのり面の崩壊防止	岩塊等の透水性が高い材料	「4-9-5 地下排水工」(2)4)
しゃ断排水層	路盤への水の浸透しゃ断	透水性が高くかつ粒度配合が良い材料	「4-9-9 路床・路盤の排水」

※表中の関連項目はすべて道路土工 盛土工指針参照

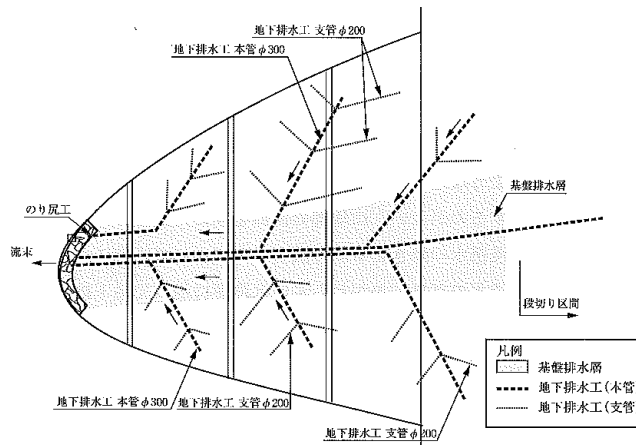


図6 沢埋め盛土における地下排水溝及び基盤排水層の設置例
(道路土工 盛土工指針 p.162)

(4) 盛土内の排水

盛土内の排水について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.169)

盛土内の排水については、盛土の安定性を確保するために、水平排水層や地下排水溝等の地下排水工を設け、浸透水、湧水等を盛土外に排出できるような構造としなければならない。

①路体への浸透水の排水

路体への浸透水の排水について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.169-p.170)

地山から路体への浸透水は、地下排水溝や基盤排水層等により、路体内へ浸透させないように配慮するものとする。

降雨等による路体への浸透水は、できるかぎり早期に路体の外に排出するように配慮しなければならない。例えば、火山灰質粘性土、しらす、山砂等、水による盛土の安定性が懸念される盛土材料については、図7に示すように水平排水層等により路体への浸透水を小段排水溝等に導き、すみやかに路体外に排出する必要がある。

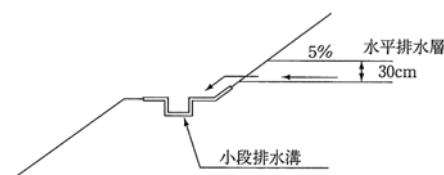


図7 水平排水層端末部 (道路土工 盛土工指針 p.170)

②間隙水圧低下のための排水

間隙水圧低下のための排水について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.170)

沢部を埋めた盛土、片切り片盛りや、しらす、山砂等、雨水が浸透しやすく、しかもそれによって強度の低下が著しい土質材料や、高含水比の火山灰質粘性土によって高い盛土を構築せざるを得ない場合には、**図8**のように盛土のり面内に水平排水層を設置し、盛土内の排水をはからなければならない。水平排水層の厚さ及び設置間隔は、盛土材料の圧密特性、盛土材料及び排水層の透水係数、施工速度等を考慮して決定する。

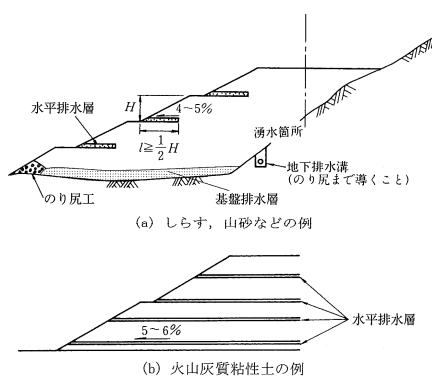


図8 水平排水層の例 (道路土工 盛土工指針 p.170)

(5) 基礎地盤の排水

基礎地盤の排水について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.171)

基礎地盤の排水は、盛土の安定性を確保する上で重要であり、土質調査等の結果により、その性状、分布等を把握するとともに、適切な排水対策を講じなければならない。

基礎地盤からの湧水は、盛土内水位を上昇させ盛土を不安定にし、のり面崩壊の原因となることもあるので注意しなければならない。一般的に、切土部と盛土部の境界は地下水位が高く、かつ地表面からの浸透水が集まるので湧水の量が多い。湧水の処理の例を図9に示す。

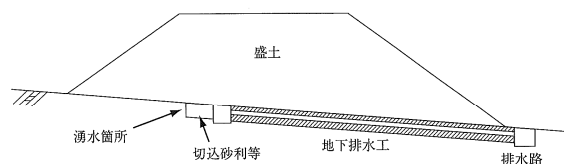


図9 湧水処理の例 (道路土工 盛土工指針 p.171)

2.4.6 軟弱地盤対策工の設計

盛土の安定性を確保するため、あるいは盛土の有害な沈下を抑制するために、特に基礎地盤の処理が必要となる場合について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.128)

軟弱地盤上の盛土は安定、沈下、側方変形が問題となるが、その詳細は「道路土工—軟弱地盤対策工指針」を参照されたい。

軟弱地盤対策工の検討について以下に示す。

(道路土工 軟弱地盤対策工指針 p.38-p.39)

施工時に盛土の安定性に不安があるか、あるいは施工後に有害な沈下が残ることが推定される場合には、それぞれの問題に対応できる対策工を選定して、再び安定計算や沈下計算を行って、設計条件を満たしかつ過大にならない対策工を決定する。

この場合、計算のみによる数値的判断にこだわることなく、同じような条件下での過去の施工例や専門家の判定を加味し、総合的判断を下すことが肝要である。

一般に行われる軟弱地盤の検討手順を、図10に示す。

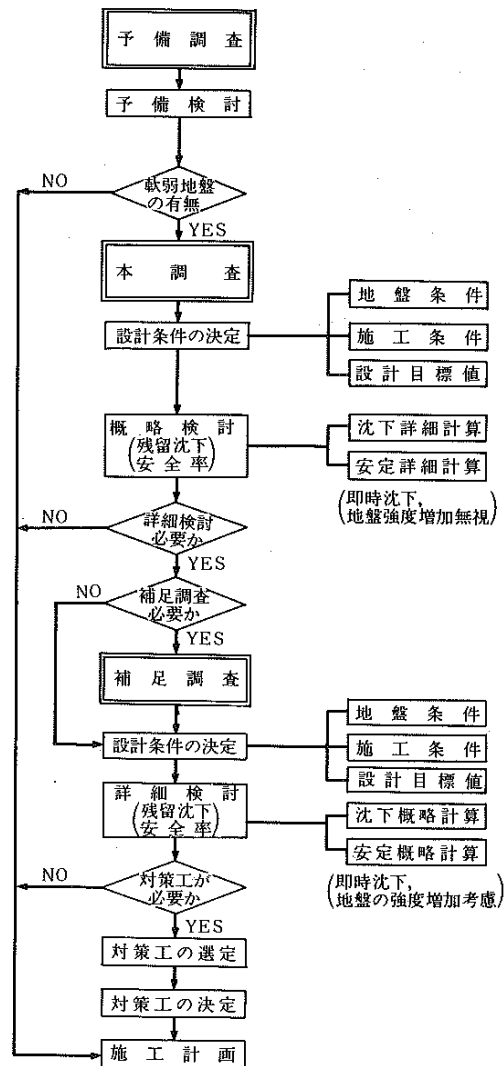


図 10 軟弱地盤検討の手順(道路土工 軟弱地盤対策工指針 p. 39)

軟弱地盤対策工の検討条件について以下に示す。

(道路土工 軟弱地盤対策工指針 p. 40)

盛土の安定計算と沈下計算を行うにあたっては、土質調査その他によって収集された設計・施工のためのデータを整理して、次のような設計条件を求めておく必要がある。

- ①地盤条件 : 軟弱地盤の生成区分、成層状態、排水条件、各層の土質定数(強度特性や圧密特性など)
- ②施工条件 : 盛土の形状、工程、盛土材料の土質定数(単位体積重量や強度特性など)、沿道環境と用地に関する制限

③設計目標値：道路の性格などによる許容残留沈下量、最小安全率などの設計目標値

条件設定がなされると具体的手法に従って安定計算や沈下計算を行い、その結果として安全率あるいは沈下量について具体的数値が得られることになる。

地盤の変形や破壊機構に対応する解析（計算）手法について以下に示す。

（道路土工 軟弱地盤対策工指針 p.41）

地盤変形の数値解が、比較的簡単に得られるようになってきている。これらの解法の中で代表的なものが有限要素法解析（FEM）であり、部分載荷された地盤の沈下や側方変形の予測などに適用する試みがなされている。

なお、上記の解析手法について引用した「道路土工 軟弱地盤対策工指針」は、昭和61年に発行されたもので、現在改訂版の作成途中であるため、当面は以下の論文を参考にそれぞれの特性を踏まえた上で適切な手法を活用することができる。（参考資料 p.57-59）

A L I D：「液状化に伴う残留変形解析方法の河川堤防への適用」、第25回地盤工学研究発表会講演論文集 1999

L I Q C A：「北海道南西沖地震で被災した河川堤防の変形量に関する解析的考察」、第10回日本地盤工学シンポジウム 1998

東畑モデル：「永久変位解析法（東畑モデル）の適用例（その1）」、第32回地盤工学研究発表会講演論文集 1997

2. 5 施工

2.5.1 盛土造成

(1) 盛土材の調整

①含水比の調整

搬入される盛土材の含水比調整について以下に示す。

(フィルダムの調査・設計から施工まで p.262)

土質材料の含水比は天候、季節さらに昼夜の別によってかなり変化する。一般に我が国での土質材料は最適含水比より自然含水比が高い。この場合、採取場などで事前に排水工法により含水比低下をはかることが有利である。

この排水方法として

- ・採取場周辺に集水開きよを設置し、雨水の侵入をカットする。
- ・浸透水が侵入してくる箇所に排水処理溝を設け、排水する。
- ・地下水位が高い場合、適当な深さの排水溝を縦横に掘削し、地下水位の低下をはかる。
- ・採取面、積込み盤に傾斜をつけ降雨の排水を良好にする。

などがある。

②材料の貯蔵および調整

搬入された盛土材の改良方法について以下に示す。

(フィルダムの調査・設計から施工まで p.262-p.264)

土質材料の改良の目的としては

- ・含水比の改良
- ・粒度の改良
- ・材料の均一化

などがあるが、実際の改良は単一の目的だけでなく、これら全てを目的とする場合が多い。

含水比の改良は、最適含水比施工を目的とするもので、乾燥材料と湿潤材料との混合、材料の乾燥、加水による含水比の改良をはかるものである。

土質材料の改良に際し、最も有効な方法はストックパイルを設けることである。

ストックパイルは一般に高さ5～20m程度のものを2～3か所設け、交互に利用できるようにすることが望ましい。

ストックパイルは、粗粒材と細粒材とを交互にまき出し層状に積み上げて造成し、ブルドーザーでスライス状に掘削混合し、その後ホイールローダーによりさらに掘削混合して使用している。図11にストックパイルの例を示す。また、図12にストックパイルの品質管理フローを示す。

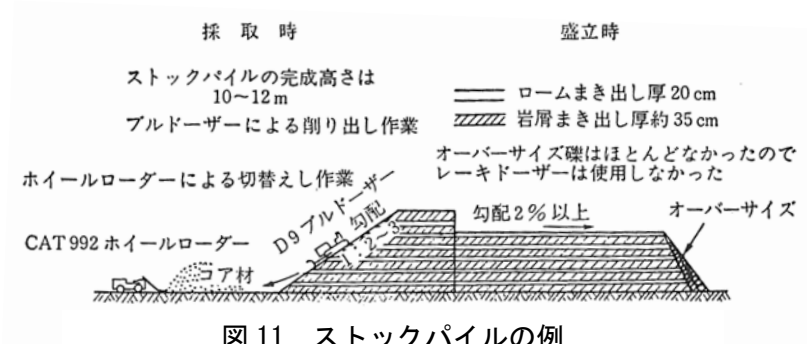


図 11 スtockパイルの例
(フィルダムの調査・設計から施工まで p. 264)

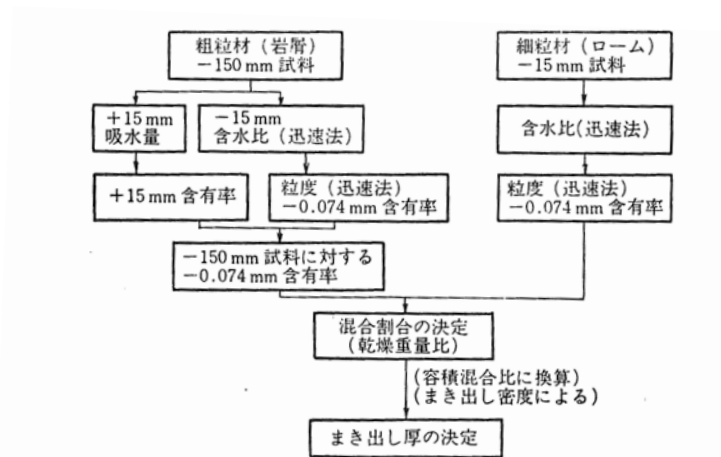


図 12 スtockパイルの品質管理フローチャートの例
(フィルダムの調査・設計から施工まで p. 264)

粒度の改良に際しては、建設発生土利用技術マニュアルで河川築堤（高規格堤防）の材料規定とされている粒度組成の適用範囲を参考に混合・調整等により改良することができる。この場合、コンクリートくずと適切に混合することで、粒度組成を盛土材として望ましい範囲に調整し締固め性能を向上させることができる。

（建設発生土利用技術マニュアル p. 63）

粒度組成が図 13 に示す適用範囲内にあることが望ましい。

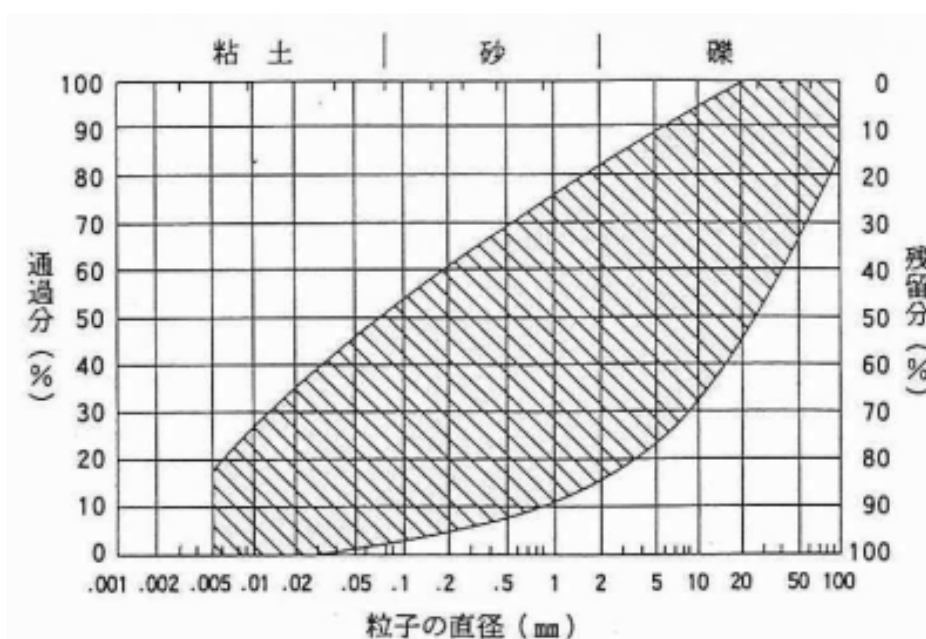


図 13 粒度組成の適用範囲

（建設発生土利用技術マニュアル p. 63）

この際、混合した盛土材に、将来腐朽することが想定される撤去しきれない木くず等の有機物が含まれる可能性がある場合は、強熱減量等を計測して有機物の含有量を確認等するとともに、造成後も盛土の変状、沈下の有無等について監視することが望ましい。

③混入した異物の管理

津波堆積物には、分別後でも、細かな木くずや鉄筋等の異物が混在している可能性がある。これらの異物は、可能な限り盛土工事において目視で確認し取り除くことが望ましく、取り除いた異物は、建設廃棄物として適正に処分する必要がある。

(2) 盛土材の敷均し

盛土材の敷均しについて以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.206)

ダンプトラック等で運搬された盛土材料は、ブルドーザ等で一定の厚さに敷き均らしてから締固め機械によって締め固められる。盛土材料の敷均し作業は、転圧に比べてあまり重要とはみえないが、盛土の品質に大きな影響を与える要素である。すなわち、定められた厚さで均等に敷き均らしてできた盛土は均質でより安定したものになるが、厚く敷き均らしてできた盛土では、転圧エネルギーが下部まで十分に及ばず締固めが不十分になるので、将来盛土自体の圧縮沈下等が起きやすく、また不同沈下の原因ともなる。このように盛土の施工で最も留意しなければならない点の一つが敷均し作業であり、敷均し厚さを厚くする場合には、事前に試験施工を行って、下層まで所定の品質（例えば所定の締固め度等の品質）を確保できることを確認しなければならない。

(3) 敷均し厚さ

敷均し厚さについて以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.206)

敷均し厚さは、盛土材料の粒度、土質、締固め機械、施工法及び要求される締固め度等の条件に左右される。この数値を決めるに当たっては「3-7 試験施工」によることが望ましいが、一般的には路体では1層の締固め後の仕上がり厚さを30cm以下とする（この場合の敷均し厚さは35～45cm以下）。なお、実際の敷均し作業においては、レベル測量等により敷均し厚さの管理を行うことが大切である。

(4) 締固め

締固めについて以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.211)

盛土の施工に当たっては、締め固めた土の性質の恒久性及び設計で設定した盛土の所要力学特性を確保するため、盛土材料及び盛土の構成部分等に応じた適切な締固めを行うものとする。

締固め品質の規定について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.214)

締固め品質の規定は、締め固めた土の性質の恒久性を確保するとともに、盛土に要求する性能を確保するように設計で設定した盛土の所要力学特性を確保するためのものであり、盛土材料や施工部位によって最も合理的な品質管理方法を用いる必要がある。

津波堆積物を盛土材料とする場合、以下に示す通り、適用土質を考慮して締固め管理法や試験・測定方法を選択する必要がある。

(道路土工 盛土工指針 p.215)

締固め規定には大別して品質規定方式と工法規定方式の2方式がある。

表6 盛土の代表的な締固め管理方式と主な試験・測定方法

(道路土工 盛土工指針 p.215)

	試験・測定方法	原理・特徴	適用土質			
			礫	砂	粘	
品質規定	密度	ブロックサンプリング	↔			
		砂置換法	一乾燥砂 } 掘り出し跡の穴を別の材料(乾燥砂、水等)で置換することにより、掘り出した土の体積を知る。	↔		
		水置換法		↔		
		R I 法	↔			
		衝撃加速度試験	↔			
	炉乾燥法	↔				
	含水量	急速乾燥法	↔			
		R I 法	↔			
	強度・変形	平板載荷試験	} 静的載荷による変形支持特性の測定。	↔		
		現場C B R 試験		↔		
ポータブルコーン貫入		↔				
ブルーフローリング		↔				
衝撃加速度 重錘落下試験 H F W D 衝撃加速度試験		↔				
工法規定	タスクメータ	↔				
	T S ・ G N S S を用いた管理	↔				

注) その他の試験・測定方法については「付録3. 締固め管理手法について」参照

土質条件が複雑な盛土材の締固め管理について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 224-p. 225)

工法規定方式による盛土の締固め管理は、使用する締固め機械の機種、まき出し厚、締固め回数等の工法そのものを仕様書に規定する方式である。工法規定方式では事前に現場での試験施工において、設計で設定した盛土の所要力学特性を確保するための品質基準（例えば、締固め度、空気間隙率あるいは飽和度の各規定値）を満足する施工仕様（転圧機種、転圧回数、敷均し厚等）を求めておくことが原則である。

硬岩を破砕した岩塊を用いた盛土等品質規定方式の適用が困難な場合、または工法を規定することが合理的な場合に工法規定方式が採用されている。

工法規定方式においても、品質規定方式と同様に、土質材料や含水比が変化すると施工仕様を見直すことが原則である。このため、目視等によりこれらの変化度合いを確かめるとともに、含水比を1日に1回程度測定し、**図 14**に示したような管理図に日々整理するのがよい。その結果、土質ないし含水比が試験施工を行った材料と明らかに変化したと判断される場合には、**道路土工 盛土工指針**「5-4-2 品質規定方式による締固め管理」を参照し品質試験を行うのがよい。

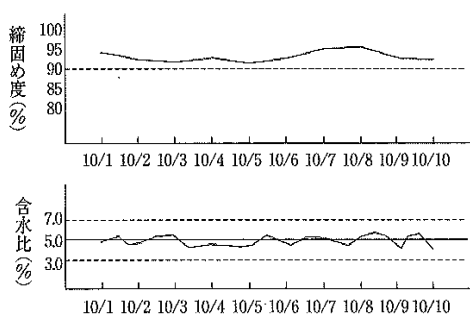


図 14 X～R管理図の例

(道路土工 盛土工指針 p. 70)

表 7 試験の方法と頻度の目安 (道路土工 盛土工指針 p. 220)

試験項目	路 体		路 床
	施工含水比	1,000 m ² につき1回 (ただし、5,000 m ² 以下の工事では1工事あたり3回以上)	500 m ² につき1回 (ただし、500 m ² 以下の工事では1工事あたり3回以上)
乾燥密度	—	—	—
空気間隙率	—	—	—
飽和度	—	—	—
コーン指数	必要に応じて実施		
支持力 (平板載荷試験、現場C BR試験)	—	—	各車線毎40mにつき1回
ブルーフローリング	—	—	路床仕上げ後全幅、全区間

表中の — は使用不適當。
乾燥密度、空気間隙率、飽和度はいずれかを実施。

(5) 締固め作業及び締固め機械

締固め作業及び締固め機械について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 227)

締固め作業に当たっては適切な締固め機械を選定し、試験施工等によって求めた施工仕様(敷均し厚さ、締固め回数、施工含水比等)に従って、所定の品質の盛土を確保できるように施工しなければならない。

津波堆積物は、表8の締固め機種種の土質区分では、「細粒分を適度に含んだ粒度の良い締固めが容易な土」もしくは「細粒分は多いが鋭敏性の低い土」に該当し、タイヤローラもしくはタンピングローラが有効な締固め機種種である。以下に各機種種の特性を示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 228-p. 230)

タイヤローラは、空気入りタイヤの特性を利用して締固めを行うもので、タイヤの接地圧は載荷重及び空気圧により変化させることができる。タイヤ圧は締固め機能に直接関係するもので、一般に碎石等の締固めには接地圧を高くして使用し、粘性土等の場合には接地圧を低くして使用している。タイヤローラは機動性に優れ、また表8で示されるように比較的種々の土質に適応できるなどの点から、土の締固め機械として最も多く使用されている。

タンピングローラは、ローラの表面に突起をつけたもので、突起の形状によって機械名が異なっている。タンピングローラは突起の先端に荷重を集中することができるので、土塊や岩塊等の破碎や締固めに効果がある。粘質性の強い粘性土の締固めにも効果的といわれているが、鋭敏比の大きい高含水比粘性土では突起による土のこね返しによって、かえって土を軟弱化させるので注意が必要である。タンピングローラは優れた締固め機械として、フィルダム等の大土工現場等で使用されてきた。

表 8 土質と盛土の構成部分に応じた締固め機種
(道路土工 盛土工指針 p. 228)

盛土の成分 構成部	締固め機械 土質区分	ロードローラ	タイヤローラ	振動ローラ	自走式 タンピングローラ	被けん引式 タンピングローラ	ブルドーザ		振動コンパクタ	タンパー	備考	
							普通型	湿地型				
盛土体	岩塊等で掘削締固めによっても容易に細粒化しない岩			◎					※	※大	硬岩	
	風化した岩，土丹等で部分的に細粒化して良く締め固まる岩等		○大	◎	○	○			※	※大	軟岩	
	単粒度の砂，細粒度の欠けた切込砂利，砂丘の砂等			○					※	※	砂礫まじり砂	
	細粒分を適度に含んだ粒度の良い締固めが容易な土，まさ，山砂利等		◎大	○	○				※	※	砂質土 礫まじり 砂質土	
	細粒分は多いが鋭敏性の低い土，低含水比の関東ローム，砕き易い土丹等		○大		◎	◎				※		粘性土 礫まじり 粘性土
	含水比調整が困難でトラフィカビリティーが容易に得られない土，シルト質の土等							●				水分を過剰に含んだ砂質土
関東ローム等，高含水比で鋭敏性の高い土							●	●			鋭敏な粘性土	
路床	粒度分布の良いもの	○	◎大	◎					※	※	粒調材料	
	単粒度の砂及び粒度の悪い礫まじり砂，切込砂利等	○	○大	◎					※	※	砂礫まじり砂	
裏込め			○	◎小					※	※	ドロップハンマを用いることもある。	
のり面	砂質土			◎小					◎	※		
	粘性土			○小			○		○	※		
	鋭敏な粘土，粘性土							●		※		

◎：有効なもの
○：使用できるもの
●：トラフィカビリティーの関係で他の機械が使用できないのでやむを得ず使用するもの
※：施工現場の規模の関係で，他の機械が使用できない場所でのみ使用するもの
大：大型のもの
小：小型のもの
(高速道路調査会資料を基に作成)

2.5.2 のり面

(1) 盛土のり面の施工

盛土のり面の施工について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.240)

盛土のり面の施工に当たっては、盛土の安定性を確保するために要求される強度・変形抵抗を發揮するよう、盛土本体と同時に適切な締固め機械を用いて水平・薄層に敷き均らし、十分な締固めを行うものとする。

のり面保護工の施工は、のり面保護工の目的、機能及び現地の状況を踏まえ、適切に行わなければならない。

(2) のり面の締固め・整形

のり面の締固め・整形について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p.241)

盛土のり面は十分に締め固め、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。のり面表層部が盛土全体の締固めに比べて不十分であると、豪雨等でのり面崩壊を招くことが多い。この種の崩壊を防ぐため、のり面は可能な限り機械により十分に締め固めなければならない。また、ジオテキスタイルを締固め補助材として敷設することにより、効果的な締固めが図れるので、高盛土等の施工時に利用することも考えられる。

のり面勾配が1:1.8前後の場合には、のり面を丁張に従って粗仕上げしてから、自重1t以上の振動ローラ、あるいはのり面に適するように設計された振動ローラ(振動式のり面締固め機)を、牽引または盛土の天端より巻き上げながら締め固めることができる。

盛土材料が良質でのり面勾配が1:2.0程度までの場合には、ブルドーザをのり面に丹念に走らせて締め固める方法もある。この場合、のり尻にブルドーザのための平地があるとよい。

のり面勾配が1:1.5程度になると、通常の締固め機械では施工ができなくなるので、特殊な機械を用いるか、のり肩部からの土羽打ちを行う。

2.5.3 基礎地盤の処理

(1) 軟弱地盤対策が必要な場合の処理

軟弱地盤対策が必要な場合の処理について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 201)

基礎地盤については事前に調査を実施し、その結果、軟弱地盤として対策が必要と判断される場合には、別途「道路土工－軟弱地盤対策工指針」に基づいて処理を行わなければならない。

(2) 基礎地盤の伐開除根及び表土処理

基礎地盤の伐開除根及び表土処理について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 201)

盛土の基礎地盤に草木や切株を残したまま盛土を構築すると、時間を経た後にこれらが腐植することにより、盛土にゆるみや有害な沈下が生じるおそれがある。これを防ぐために伐開除根を行う。

また、基礎地盤の表土が腐植土、軟弱な粘性土、風化した堆積軟岩層、あるいは崖錐の場合で、盛土の施工に悪影響を及ぼすことが懸念される場合には、予め必要な深さまで切りまたははぎ取り、良質な盛土材料で置き換える必要がある。

(3) 基礎地盤が水田等の場合の処理

基礎地盤が水田等の場合の処理について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 202～p. 203)

水田等では表層に薄い軟弱層が存在していることが多い。このような軟弱層は、そのままでは盛土の第1層の施工に際して、トラフィカビリティーの確保が困難であり、敷き均らした盛土材料の十分な締固めもできない。盛土高の高い場合は、盛土の第1層目を建設機械のトラフィカビリティーが得られる厚さに敷き均らし、第2層目からは所定の敷均し厚で十分締め固めることができるが、盛土高が低い場合等で第1層目を多少厚く敷き均らすだけで計画高さに近づくような盛土では十分な締固めのできないものとなる。

したがって、盛土高が低い場合はもちろん、盛土高が高い場合にも、できるだけ盛土基礎地盤に図15のような溝を掘って盛土の外への排水を行い、盛土敷の乾燥を図る。

水田等で水位が高く、排水溝では十分な排水ができないため建設機械のトラフィカビリティーが得られない場合や、基礎地盤の地下水が毛管水となって盛土内に浸入するのを防ぐ場合には、図16のような厚さ0.5～1.2mのサンドマット（敷砂層）を設けて排水を図る。基礎地盤が特に軟弱なケースでは、サンドマットの下部に補強材としてシートやネッ

トを敷設するが多い。

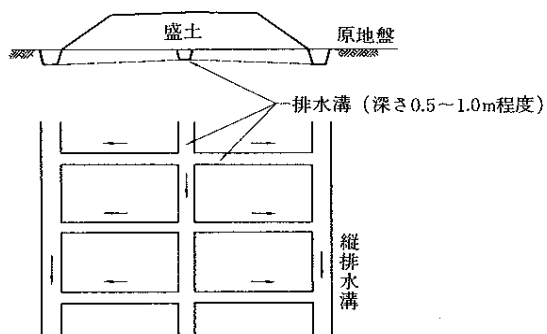


図 15 素掘り排水溝による地盤処理 (道路土工 盛土工指針 p. 203)

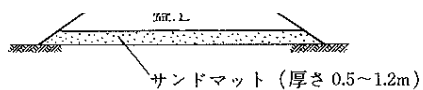


図 16 サンドマットによる地盤処理 (道路土工 盛土工指針 p. 203)

2. 6 維持管理

(1) 平常時の点検・保守・補修・補強

平常時の点検・保守・補修・補強について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 277、p. 281)

平常時においては、防災点検、日常点検、定期点検等を実施し、**上部公園緑地**、盛土のり面、のり面保護工、排水施設等の変状・損傷の有無、及び湧水の状況等を調べる。また、必要に応じて現地計測等の調査を行って、変状・損傷の形態と原因を詳細に調べる。

盛土各部の機能を健全に保つために保守作業を行う。

防災点検、日常点検や定期点検等で何らかの異常が認められ、早期の対応が必要と認められる場合には、異常の程度や内容に応じて補修・補強対策を行う。

(2) 異常時の点検・調査・対策

異常時の点検・調査・対策について以下に示す。

(道路土工 盛土工指針 p. 283、p. 285)

災害や変状が生じた場合、あるいは変状の兆候が現れこれが進行中でいずれ災害になると推測される場合には、異常時の臨時点検・調査を実施する。災害等を受けた箇所については、当面のすみやかな機能回復を図るため盛土の応急対策を実施する。

3. その他の留意事項

3.1 津波に耐える盛土造成

中央防災会議の東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会や海岸における津波対策検討委員会において、今次津波の越流による海岸堤防等の被災状況の分析等を踏まえ、海岸堤防等の整備にあたっては、設計対象の津波高を越えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物の技術開発を進めること等が指摘されている。また、地盤工学会等の専門機関において、津波を考慮した盛土の設計では、越流浸食、流出、洗掘を防止する構造形式とその設計が課題となることが指摘されている。(地震時における地盤災害の課題と対策 地盤工学会 2011.7 p.21、p.24)

なお、復興計画等で津波からの避難地として位置づけられた公園緑地の盛土の整備に関しては、地盤工学会等の専門機関等で審議されとりまとめられた報告書等も活用し、津波に耐える盛土の設計や施工の参考とするとともに、今後地盤工学会等の専門機関で新たな知見がとりまとめられる場合は、それを参考とすることが望ましい。

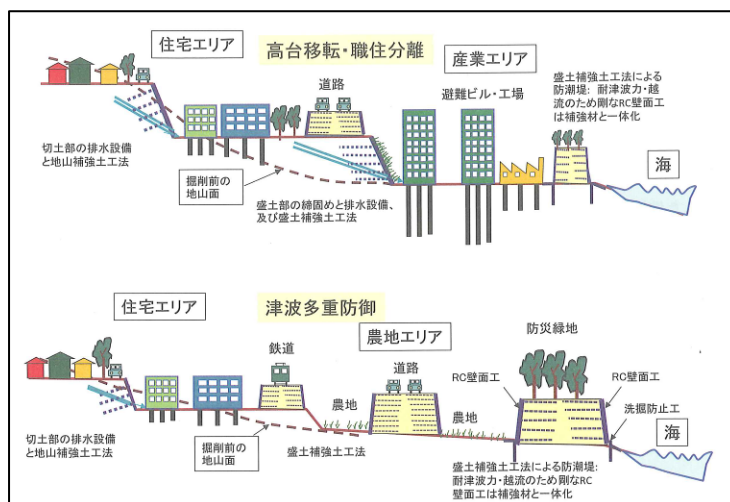


図17 多重津波防御施設と地盤工学的対応の例

(地震時における地盤災害の課題と対策 地盤工学会 2011.7 p.10)

3.2 地域生態系への配慮

盛土造成を行う場所の表土は、可能な限り保全し、盛土完成後当該表土を植栽基盤として活用することが望ましい。これにより、表土中に蓄積されている地域生態系由来の埋土種子を活用し、地域固有の植生の回復及び外来種による遺伝子攪乱の防止等を図り、地域生態系の復元・保全に配慮することができる。

その際、あらかじめ表土を仮置きできる場所を確保することが必要である。また、表土が不足する場合は、有害物質が無いことを確認の上、津波被害を受けた土地の用途転換に伴い発生する表土を除塩して活用することや他工事により発生する表土を活用することも考えられる。

表土保全の具体的方法については、「植栽基盤整備マニュアル」（平成21年4月、財団法人 日本緑化センター）を参考とすることができる。以下に表土保全方法の概要を示す。

名称	採取表土盛土（表土保全）
作業内容	優良な表土を土取場で掘削積み込みし、必要に応じて仮置き保存（表土保全）を行い、所定の位置へ運搬し、植栽基盤の（上層用として）表面に盛土、敷均し、転圧、整形を行う。
適用範囲	事前の調査（分析）結果で、良質な表土と判断されたものを運搬距離を考慮し、植栽用盛土として利活用する場合に適用する。
作業手順・図面等	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;">表土採取 積み込み・運搬</div> <div style="margin-left: 10px;">主に、バックホウを用いて直径30cm以上の根株を抜根・除根した後、表土を掘削採取しダンプ車に積み込み運搬する。表層剥土や段切り施工の場合には、ショベル系掘削機が接地圧の低いブルドーザーを用いて集積後に運搬する。いずれの場合においても、採取予定場所を踏み荒らして土壌構造を壊さないよう注意する。</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;">仮置き盛土</div> <div style="margin-left: 10px;">仮置き表土は、バックホウで過度の転圧をかけぬよう高さ2.0～3.0mに積み上げる。表面は、雨水の侵入や表面侵食を防止するため、土の構造が壊れない程度に軽く転圧する。2.5mより高く積み上げる場合には、通気・排水対策を講じる。仮置きが、長期にわたる場合は、仮置き場の周囲に素掘り側溝を設置したり、仮置き地盤底部に排水勾配2～4%を確保し、両側面への排水を確保したり、土布シート等で表面を覆う等、適切な対策を行う。</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;">積み込み・運搬</div> <div style="margin-left: 10px;">表土を積み込み、使用場所に運搬する。</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;">敷き均し・軽転圧</div> <div style="margin-left: 10px;">表土を敷き均し、軽い転圧をかける。</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;">表面仕上げ</div> <div style="margin-left: 10px;">人力又は機械との併用により、植栽基盤面の不陸を入念に整正する。必要に応じて礫、雑草等を除去することも含まれる。</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">（点線枠内は、必要に応じて生じる工種） ■作業手順は、標準的なものであり、現場条件等によって大きく変化する。</p> </div>
施工上の留意点	<p>①採取表土盛土で使用する土壌は、植栽する植物の生育に適したもので、ゴミ、夾雑物、礫等を含まないものとし、搬入時に、品質の確認を行うものとする。</p> <p>②採取表土において、還元状態の進行や物理性の劣化等、堆積期間中の性状の劣化が認められた場合は、曝気による酸化の進行、通気、透水性の改良等の処置を行うものとする。</p> <p>③採取表土を集積する場合、堆積地の崩壊防止、飛砂防止のため、表土堆積表面部分の締め、安定処理、種子吹付等の表面保護に配慮する。</p>

（「植栽基盤整備マニュアル」日本緑化センターH21.4, p.140）

4. 関係法令等

4.1 環境影響評価等

公園緑地の整備にともなう基盤整備事業については、自治体が条例により生活環境影響調査等の実施を定めている場合は、対象範囲、手続き等を確認した上で、必要な調査を実施して申請・届出を行う。

4.2 環境部局より廃棄物として取り扱うよう指導を受けた場合の対応

(1) 廃棄物としての取扱に関する確認

地方公共団体の環境部局より津波堆積物を廃棄物として取り扱うよう指導を受けた場合には、用途に応じた品質基準に基づき性状を明確にし、活用履歴を残す等地方公共団体の定めを踏まえた上で、活用することが可能である。この際、「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」（平成 21 年 独立行政法人土木研究所監修）を参照することが望ましい。

(2) 廃棄物とした場合の個別指定制度等による活用

地方公共団体の環境部局から廃棄物として取り扱うよう指導を受けた場合は、有効利用の道筋を明確にした個別指定制度を活用する。また、条件が整えば自ら利用を行うことも可能ではあるが、このような有効利用にあたっては、慎重な判断が必要であり、地方公共団体の環境部局と協議のうえ、実施する。

(3) 申請・届出

個別指定制度の申請・届出については、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則第 9 条第 2 号及び第 10 条の 3 第 2 号に基づく再生利用事業者の指定制度について」（平成 6 年 4 月 1 日、衛産第 42 号、最近改正平成 11 年 3 月 15 日）の個別指定手続きに準じることとされている。

5. 材料調達

5.1 調達可能期間

「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）」（平成 23 年 5 月 16 日 環境省）（以下「マスタープラン」という）によれば、仮置場における分別・破砕等の処理は、平成 26 年 3 月までを目途に実施されることから、それまでに盛土材として活用できる津波堆積物を確保する必要がある。

また、実際の活用にあたっては、計画している公園緑地の整備の諸元に応じた、基本方針、調査、設計、施工、竣工までの期間を設定する。なお、実際にコンクリートくず（及び津波堆積物）を現場で使うのは施工段階となることを踏まえ、各地の災害廃棄物の処理工程に合わせた利用のためのスケジュール設定・工程計画を策定することが必要となる。以下に災害廃棄物の処理計画を策定している県における、災害廃棄物の調達が可能と考えられる期間を示す。

（1）宮城県

「宮城県災害廃棄物処理実行計画（第一次案）」（平成 23 年 8 月 4 日）によれば、宮城県の仙台市と利府町を除く沿岸市町においては、ブロックごとに廃棄物の処理が実施される。既に処理は一部で着手されており、平成 24 年 3 月頃から再生資材が利用可能となることとされている。

- ①気仙沼ブロック（気仙沼市、南三陸町）
- ②石巻ブロック（石巻市、東松島市、女川町）
- ③宮城東部ブロック（塩釜市、多賀城市、松島町、七ヶ浜町）
- ④亘理・名取ブロック（名取市、岩沼市、亘理町、山元町）

上記ブロックに共通の予定は以下の通り。

- ・ 概ね 1 年を目標として被災地から災害廃棄物を搬出し、概ね 3 年以内の処理終了を目指す。
- ・ 二次仮置き場における標準的な処理スケジュールは以下が想定される。
- ・ 廃棄物の処理は平成 25 年末までに完了予定。



図 18 宮城県の災害廃棄物処理スケジュール

なお、上記ブロック以外の沿岸市町のうち、独自に処理を実施する市町の災害廃棄物の処理期間は以下の通り。

仙台市における災害廃棄物処理の概要

○発生廃棄物量を算定、処理期間、分別区分、処理方法等を定めて処理を推進。

処理期間：発生から1年以内の撤去、3年以内に処理終了

処理方法：一次・二次仮置き場を一元化した「搬入場」（海岸公園地区3箇所計約100ha）を整備

がれき等撤去現場において可燃物・不燃物・資源物等に粗分別し、さらに搬入場内において10種類以上に細分別し、50%以上のリサイクルを目指す

災害廃棄物の移送等に伴う衛生環境の悪化を避け、早期の安定化を図るため、場内には仮設焼却炉※（10月から稼働予定）等を設置

（※）仮設焼却炉：3基（300t/日1基、90t/日2基）

利府町における災害廃棄物処理の概要

○「東日本大震災に係る利府町災害廃棄物の処理指針」を策定予定。

・発生廃棄物量を算定、処理期間、分別区分、処理方法等を定めて処理を推進。

処理期間：おおむね平成23年12月までに仮置き場への搬入終了、概ね平成24年3月までに処理終了

処理方法：再生利用及び宮城東部衛生処理組合の施設を利用した処理

上記を踏まえると、平成25年12月頃までに利用もしくは受け入れ・保管できる工程の設定が必要となる。

(2) 岩手県

「岩手県災害廃棄物処理詳細計画」(平成23年8月30日)によれば、岩手県内の処理スケジュールは、まず生活環境に支障が生じる災害廃棄物を平成23年7月までに移動完了させ、その他災害廃棄物を平成23年度末を目処に被災現場からの移動を完了させる。処理については、平成25年度末を目処に実施する。

撤去：平成24年3月まで(1年以内)

処理：平成26年3月まで(3年以内)

上記を踏まえると、平成26年3月頃までに利用もしくは受け入れ・保管できる工程の設定が必要となる。

5.2 調達窓口・調整方法

津波堆積物(及び粒度調整用のコンクリートくず)の調達・受入に当たっては、当該県の災害廃棄物処理担当部局に問い合わせを行い、具体的な調達の窓口や方法について確認することができる。

(参考) 環境省東北地方環境事務所において、東北地方の公共事業発注部局からの資材情報を集約するとともに、災害廃棄物処理担当部局へ情報提供を行い、条件が折り合えば関係部局間で調整する体制がとられており、その活用も考えられる。

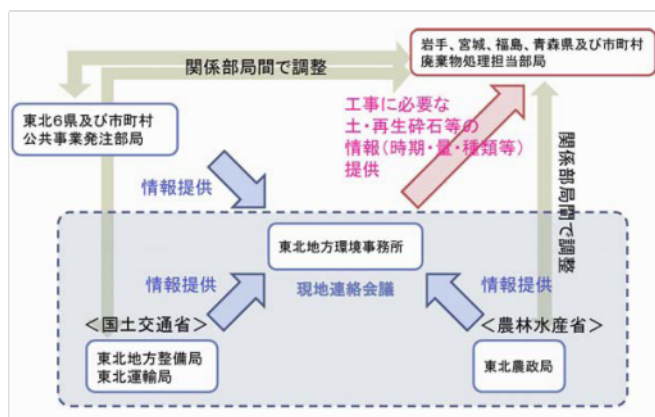


図19 災害廃棄物の有効利用のための協力体制

5.3 材料・規格品質の確保

構造基盤の造成に使用する発生土の品質について以下に示す。

(建設発生土利用技術マニュアル第3版 p.76)

構造基盤の造成に使用する発生土の品質は、宅地造成に用いる発生土の要求品質に準じることとする。

宅地造成に用いる発生土の要求品質について以下に示す。

(建設発生土利用技術マニュアル第3版 p.72)

津波堆積物等災害廃棄物を盛土材料として活用する場合の最大粒径は「建設発生土利用技術マニュアル」の土地造成（宅地造成）の要求品質に準拠して 300mm を原則とする。ただし、仕上げ面から深さ 1m 未満の盛土材料の最大粒径を 100mm 以内とし、かつ、粒径が 37.5mm 以上の混入率は 40%以下とする。また、仕上げ面から深さ 1m 以上で、盛土材料粒径 300mm 以内の材料が一部混入する場合は、構造物の基礎及び地下埋設物に悪影響を及ぼさない範囲とし、周囲を細かい材料で充填し、空隙を生じないように施工しなければならない。

盛土材料が高含水率の粘性土 ($400\text{kN/m}^2 > q_c \geq 200\text{kN/m}^2$) の場合、または水による浸食を受けやすい砂質土の場合は、のり面付近に用いないものとする。

表 9 盛土材料の要求品質

用途		宅地造成
材料規定	最大粒径	100 mm 以下 (転石 300 mm 以下)
	粒度	φ 37.5 mm 以上の 混入率 40%以下
	コンシステンシー	—
	強度	$q_c \geq 400 \text{ kN/m}^2$ 場合により $q_c \geq 200 \text{ kN/m}^2$

(建設発生土利用技術マニュアル第3版 p.41 から抜粋)

IV. 基礎資料

基礎資料として、現地調査、室内試験及び現地試験施工結果を示した。具体的には津波堆積物の状況、性状等に関する現地調査を実施した。また、スケルトンバケットで粗分別された津波堆積物とトロンメルや振動ふるいで粒度調整された津波堆積物を採取して室内試験を実施した。この結果、採取サンプルに関しては、盛土材の規定である最大粒径 300mm、粒径が 37.5mm 以上の材料の混入率が 40%以下を満たすことが確認できた。加えて、現地で津波堆積物をコンクリートくずと混合して粒度調整を行うとともに、これを用いて試験盛土を行い、締固めの可否を検証する現地試験施工を実施した。この結果、「建設発生土利用技術マニュアル第3版」（平成16年9月 独立行政法人土木研究所編著）（以下「建設発生土利用技術マニュアル」という）に示される要求品質の締固め度（RI 計器 $D_c \geq 87\%$ ）は、振動ローラによる転圧で満足されることが確認できた。

1. 現地調査結果

災害廃棄物の仮置場における津波堆積物が、①トロンメルや振動ふるいで分別し粒度調整されている箇所、②スケルトンバケット等で分別し粒度調整されている箇所を確認した。室内試験用の試料は①と②から採取した。

①トロンメルや振動ふるいで分別し粒度調整されている箇所（仙台市（海岸公園））

	
現況 ・トロンメルで分別された津波堆積物	現況 ・土壌が青みがかった黒色を呈しておりやや還元状態となっている ・分別されており、木くず等は含まれない

②スケルトンバケットで分別し粒度調整されている箇所（七ヶ浜町）

	
<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スケルトンバケットで不純物を除去した後の津波堆積物 	<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒度はスケルトンバケットの網目以下に調整されている ・礫分を多く含む

2. 室内試験結果

①試験方法

現地調査を行った箇所の土質試料を採取し、粒度、強度（コーン指数）、化学性等について室内試験を実施した。

②最大粒径・粒度組成

本調査によって得られた津波堆積物の物理試験と強熱減量試験結果（表 10）及び粒径加積曲線（図 20）を示す。

本調査によって得られた粒度試験の結果では、津波堆積物は、最大粒径は 106mm で、主に砂分を 48%～85%を含み、土質区分の細粒分混じり砂[SF]に分類された。

また、最大粒径は盛土の品質基準(300mm 以下)を満たしているとともに、 $\phi 37.5\text{mm}$ 以上の含有率は 40%以下であり、全ての試料で宅地造成なみの材料規定を満たしている。

表 10 津波堆積物の含水比、強熱減量、粒径、土質区分

県	市町	含水比 (%)	強熱減量 (%)	最大粒径 (mm)	礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)	土質区分 **	礫分 (%) φ 37.5mm 以上
岩手	久慈市	17.1	5.6	75	22.5	56.0	21.5	[SF]	3.9
	宮古市	11.1	3.6	53	29.6	50.3	20.1	[SF]	3.6
	陸前高田市	4.1	4.1	53	17.1	74.8	8.1	[SG]	0.9
宮城	気仙沼市	18.8	3.3	53	14.5	63.5	22.0	[SF]	0.3
	石巻市	26.3	5.5	106	23.7	55.6	23.6	[SF]	4.2
	東松島市	30.1	6.4	75	12.2	60.7	27.1	[SF]	1.3
	七ヶ浜町	21.4	6.1	106	32.6	44.8	22.6	[SFG-R ₂]	3.7
	仙台市 (蒲生)	33.6	10.1		14.0	51.6	34.4	[SF]	0.0
	仙台市 (荒浜)	23.2	4.2	26.5	8.0	77.5	14.5	[S]	0.0
	仙台市 (井土)	13.6	3.2	26.5	4.3	77.7	18.0	[SF]	0.0
福島	相馬市	37.3	10.5	53	8.2	36.3	55.5	[C]	1.7

粒径加積曲線（図 20）から、津波堆積物は細砂・中砂（粒径 0.075～2mm）の構成比が高いことがわかる。

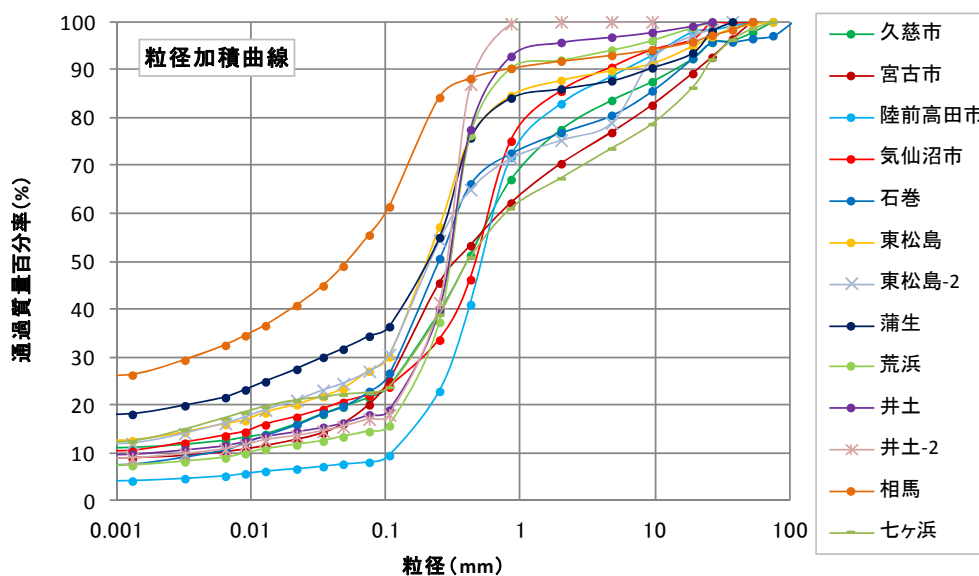


図 20 各地点の粒径加積曲線

③強度（コーン指数）

津波堆積物のコーン指数の測定結果を表 11 に示す。

本調査によって得られた津波堆積物は、地盤材料の工学的分類とコーン指数の結果から、「建設発生土利用技術マニュアル」(p. 28)の土質区分毎のコーン指数基準と照らし合わせると、改良の不要な「第 2 種」に相当する。

表 11 コーン指数等の測定結果

市町		自然含水比 (%)	コーン指数 (kN/m ²)
仙台市	井土	13.5	貫入不能 (推定値 3090 以上)
七ヶ浜町	国際村	21.5	貫入不能 (推定値 3090 以上)

表 12 土質区分毎のコーン指数基準

区分		コーン指数(kN/m ²)
第 1 種建設発生土	砂、礫及びこれらに準ずるもの	-
第 2 種建設発生土	砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの	800 以上
第 3 種建設発生土	通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの	400 以上
第 4 種建設発生土	粘性土及びこれに準ずるもの（第 3 種発生土を除く）	200 以上
泥土		200 未満

(建設発生土利用技術マニュアル第 3 版 p. 15 から抜粋)

④津波堆積物の化学性

pH、電気伝導度（EC(mS/cm)）の現地調査結果を以下に示す。

pHは、現地調査箇所の約30%で酸性側の値を示す傾向がみられるとともに、ECは、現地調査箇所の約40%でEC \geq 200mS/m（2.0mS/cm）である。

これにより、酸性土壌と塩類による地中構造物の腐食への影響が懸念されることから、地中構造物を伴う盛土造成においては注意が必要である。

表 13 簡易計測による津波堆積物の pH、電気伝導度（EC(mS/cm)）の計測例

仮置場名		EC(mS/cm)	pH
高田松原公園(陸前高田市)		1.5	5.3
宮古運動公園(宮古市)		2.6	6.9
七ヶ浜仮置場(七ヶ浜町)		1.2	7.2
		3.4	6.3
岩沼海浜緑地(岩沼市)		2.1	7.0
		0.9	6.8
海岸公園 (仙台市)	井土仮置場	3.5	6.8
	荒浜仮置場	2.0	4.1
	蒲生仮置場	0.7	5.8

(参考) 地中構造物の劣化について

「地盤材料試験の方法と解説（地盤工学会）」によれば、地中構造物は、次の条件になると腐食を生じやすくなる。

- ・土の電気伝導度が 2.0mS/cm より大きい。
- ・土の塩化物含有量が 1mg/g より大きい。
- ・土の硫化物含有量が 0.5mg/g より大きい。
- ・土の pH が 6 より低いか、または 9 より高い。

④津波堆積物の強熱減量

細かい木くず等の有機物が含まれている可能性がある津波堆積物でも、強熱減量（表10）は3～10%の範囲にあり、黒泥及び泥炭のような高有機質土には該当しない材料であることが確認できた。

表 14 代表的な土での強熱減量の測定例
(地盤材料試験の方法と解説 p. 339-p. 340)

試料土	採取場所	強熱減量 (%)
泥炭	北海道札幌市	93.25
	埼玉県大宮市	72.38
	千葉県我孫子市	84.73
	静岡県袋井市	92.49
黒ぼく	埼玉県大宮市	23.86
	茨城県勝田市	16.11
関東ローム (褐色)	東京都青梅市	6.22
関東ローム (黒色)	茨城県勝田市	7.10
しらす	宮城県えびの市	3.53
まさ土	広島県福山市	1.56
土丹 (砂屑性泥岩)	神奈川県横須賀市	11.85
土丹 (砂質泥岩)	神奈川県横浜市	4.03
へどろ	広島県福山市	7.97

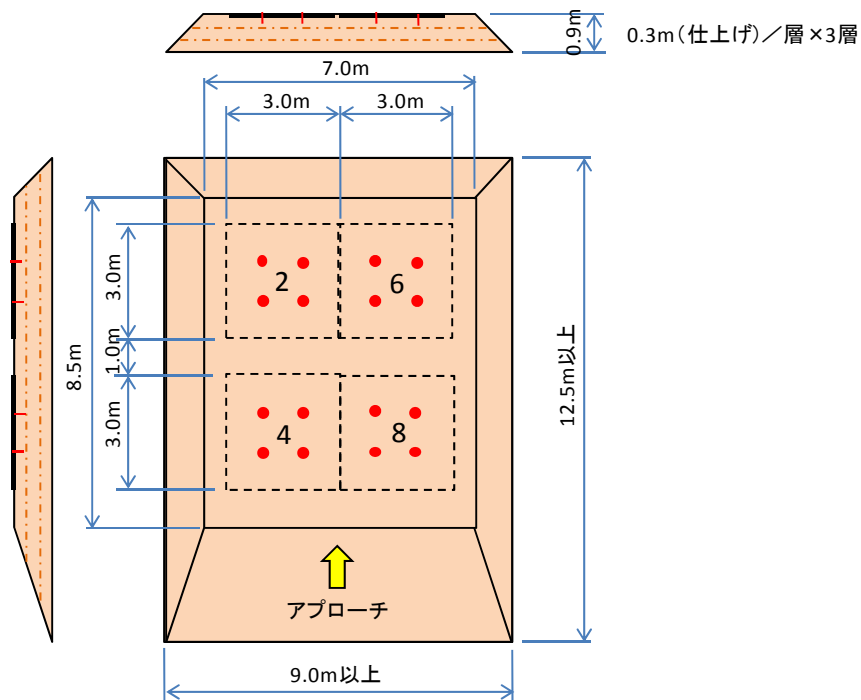
3. 現地試験施工結果

(1) 試験施工結果

現在稼働中の災害廃棄物の仮置場内において、災害廃棄物の敷き均しや締め固め等の試験施工を実施した。

① 試験場所

七ヶ浜町の災害廃棄物仮置場敷地内（9m×12.5mの試験ヤードを設定）



- レベル測量(転圧前・後):2層目、3層目
- RI密度測定(転圧前後):3層目

図 21 転圧試験ヤード計画図

②使用する材料

- ・ スケルトンバケットの篩い分けで粒度調整した津波堆積物



- ・ スケルトンバケットの篩い分けで粒度調整したコンクリートくず



③試験方法・手順

試験方法・手順を以下に示す。

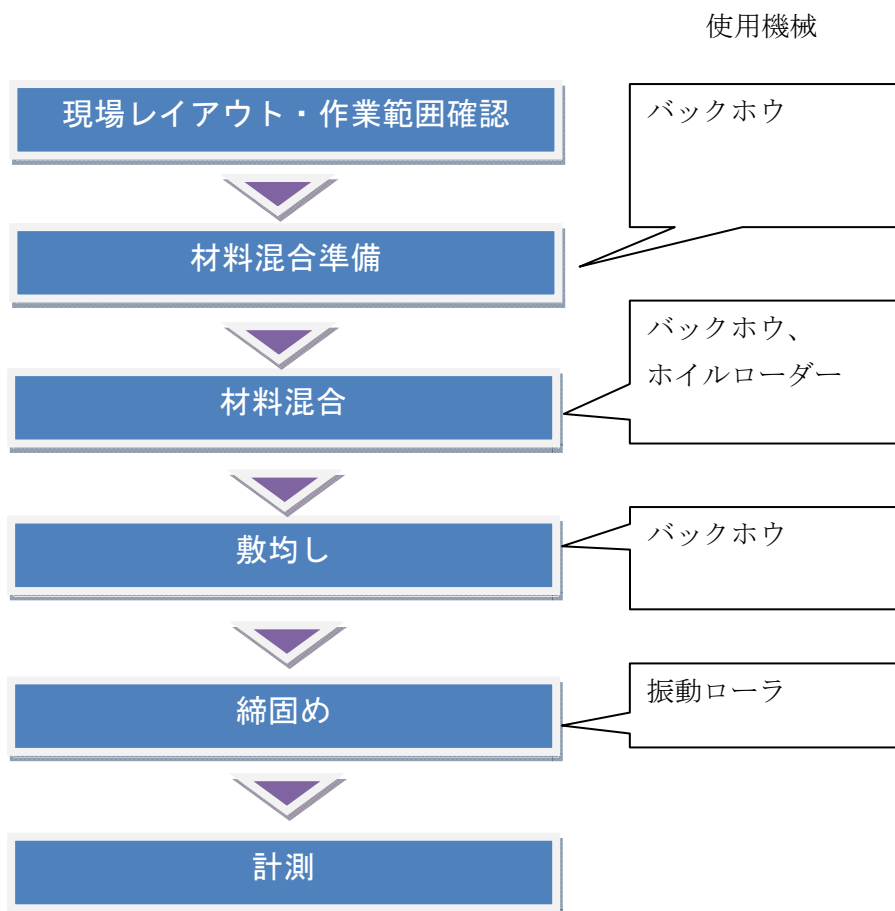


図 22 セキ浜町の仮置場における試験手順

1) 現場レイアウト・作業範囲確認

セキ浜町の災害廃棄物仮置場敷地内において、9m×12.5mの試験ヤード及び関連する作業のスペースを確認した。盛土は仕上げ厚 30cm の 3 層とした。

2) 材料混合準備

コンクリートくずは網目が 150mm×250mm のスケルトンバケットにより、粒度調整されたものである。最大粒径は 300mm になるが、隙間を充填する津波堆積物にも粗粒分が多く含まれており、上からのまき出しでは十分な空隙の充填ができないと判断されることから、コンクリートくずと津波堆積物を 1 : 1 (容積比) で混合する方式とした。

3) 材料混合

バックホウ (0.7m³) とホイールローダーでコンクリートくずと津波堆積物を攪拌混合し、均一化した。



4) 敷均し

混合した材料について1層の仕上がり厚さ 30cm 程度になるよう現地で調整しながらバックホウで敷均しを行った。



5) 締固め

振動ローラ (3 トン) で1層仕上がり毎に締固めを行った。なお、締固めについては、1回転圧した毎にRI計測 (乾燥密度) を行い、安定するまで転圧した。







6) 計測

RI 計測(ラジオアイソトープ (RI) からの放射線と物質との相互作用を利用し現場で土の密度、水分等を計測する)は一般の堤防、道路、宅地などの盛土品質管理に使用される ANDES (極低レベルの密封ラジオアイソトープ (RI) を利用した非破壊測定器) とした。



④試験結果

本試験施工における盛土の転圧回数毎の締固め度を以下に示す。「建設発生土利用技術マニュアル」に示されている要求品質 (宅地造成) の締固め度 (RI 計器 $D_c \geq 87\%$) は転圧回数 2 回で満足することが確認できた。なお、転圧回数は 6 回がピークとなり、上限回数となる。

転圧後の状態				
転圧回数	2 回	4 回	6 回	8 回

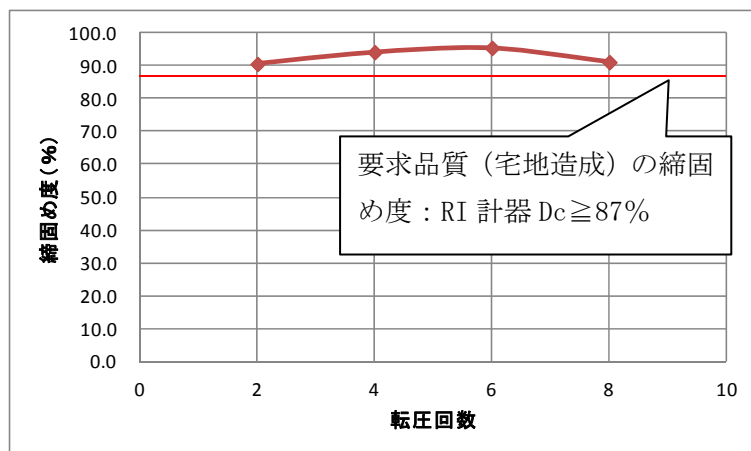


図 23 試験造成盛土の転圧回数と締め固め度の関係

(2) 粒度調整に関する試算結果

津波堆積物とコンクリートくずの混合による粒度調整に関する試算を行った。仙台市海岸公園（井土仮置場）の例では、津波堆積物の粒度加積曲線は下図のように細砂・中砂に偏った分布を示しており、盛土材としては大粒径の土砂が不足していた。

この場合は、津波堆積物1に対して重量比でコンクリートくずを1/2から2の配合比で混合した場合、概ね望ましい範囲の粒度組成（「建設発生土利用技術マニュアル」p. 63）とすることができると試算された。

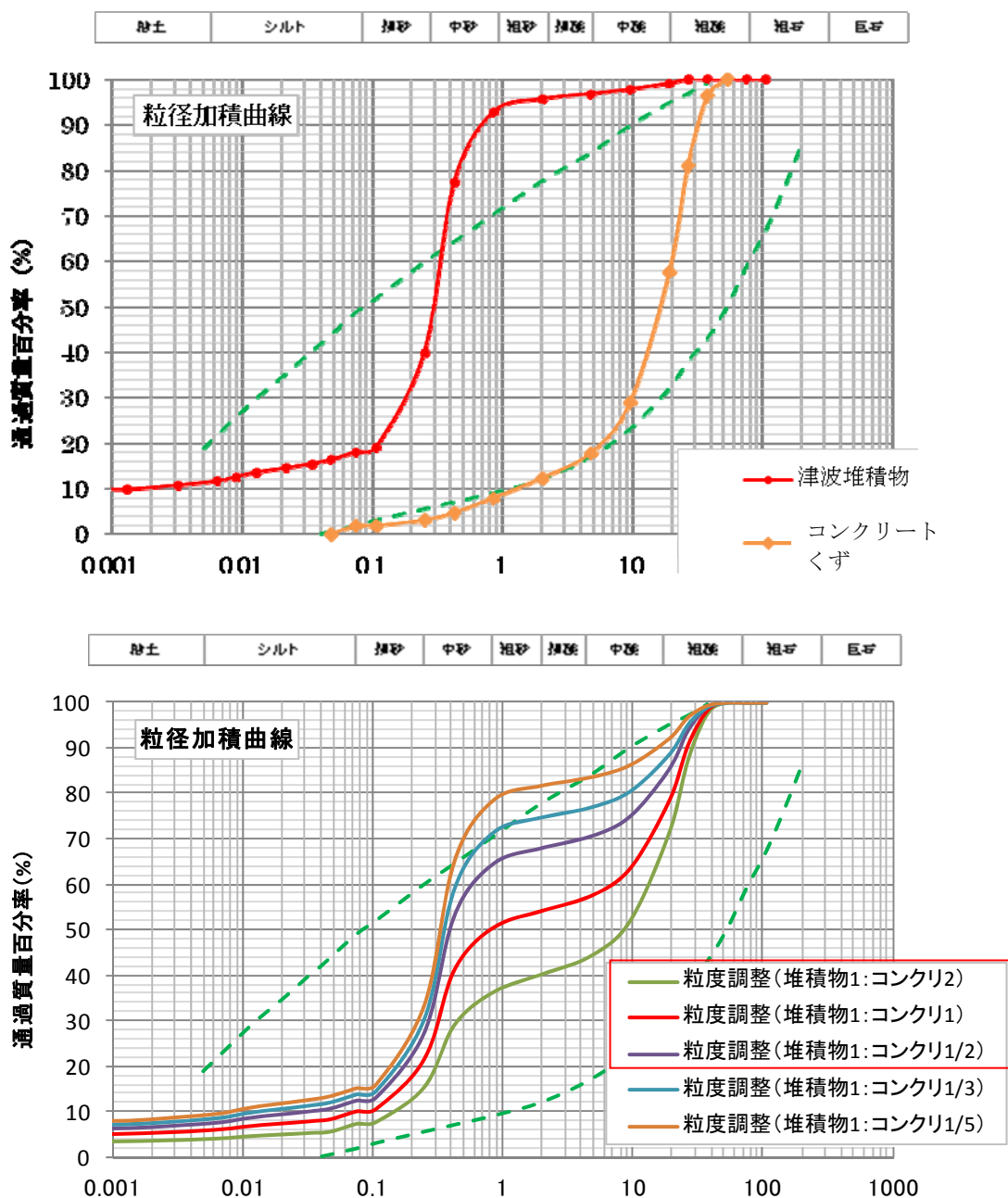


図 24 津波堆積物及びコンクリートくずの粒度加積曲線（上図）
両者の混合による粒度調整後の粒度加積曲線（下図）