

高速道路における盛土の締固めの実態調査

株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 ○中村 洋丈

中日本高速道路株式会社 正会員 藤岡 一頼

株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 横田 聖哉

1. はじめに

近年、集中豪雨や地震による盛土構造物の災害は、排水不良や締固め不足に起因するものが多いと指摘されている。善良な施工による締固めの向上は、盛土強度を増加させ降雨や地震などに対する盛土の安定性を向上させることから、その重要性が再認識されている。本報文では、高速道路における盛土施工の日常管理記録を分析し、高速道路盛土の締固めの実態を明らかにするとともに、これまでに実施された三軸圧縮試験の結果より、実態の締固め度に相当する強度特性を土質別に評価した結果を報告する。

2. 盛土の締固め度の状況

高速道路盛土の締固めの実態調査・分析には 2004 年 11 月から 2008 年 6 月までに施工された(施工中も含む) 115 工事の日常管理記録 19,251 データを用いた。

高速道路盛土の施工における日常管理試験は透過型 RI 計器を用い、施工箇所一層ごとに 1 日 15 点(路体・路床の場合)の頻度で実施し、その平均値としている。

図-1 に日常管理記録を整理した盛土の締固め度の分布を示す。分布範囲は締固め度 97%付近を最大として、90%~110%以上に広く分布している。平均締固め度は、突固め試験 B 法で 98.0%、E 法で 97.4%であり、どちらも 98%程度の締固め度を有している。なお、管理基準値は、路体で B 法 92%以上、下部路床で E 法の 92%以上、上部路床で E 法の 97%以上となっており、特に路体の締固め度が高いといえる。これは、高速道路の品質管理方法が、管理基準値を満足していることのみではなく、締固め後の残留沈下等を抑制するため、施工機械、転圧回数および施工層厚を規定する、いわゆる「品質規定方式」と「施工規定方式」の双方を規定していることから、高い締固め度が確保できているものと考えられる。

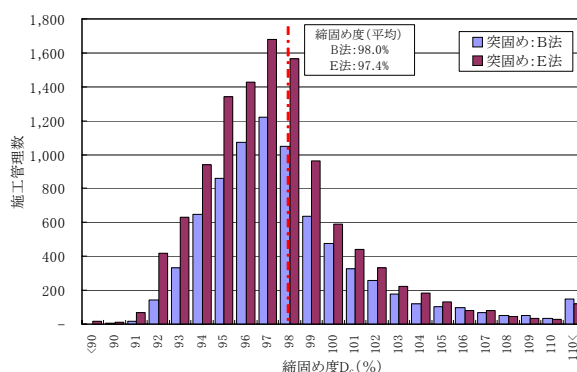


図-1 盛土の締固め度の分布

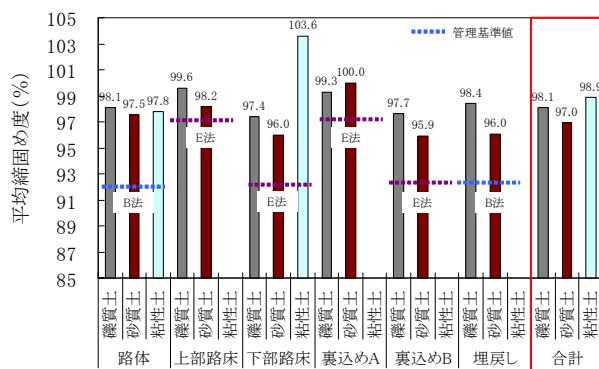


図-2 施工箇所・盛土材料別の平均締固め度

図-2 に施工箇所・盛土材料別の平均締固め度を示す。箇所別には、管理基準値の高い(97%) 上部路床(E 法)、裏込め A (E 法) での平均締固め度が高くなっている。また、盛土材料別の平均締固め度は、裏込め A を除く施工箇所、砂質土(平均 97.0%) に比べて礫質土(平均 98.1%) が高くなっている。なお、粘性土については下部路床の平均値が突出して高くなっているが、これは空気間隙率管理を採用している事例が多いことから、締固め度管理のデータ数が少なく一概に平均締固め度が高いとは判断できない。

3. 三軸圧縮試験の評価方法

過去に実施された三軸圧縮試験結果(101 試験データ)から、盛土の強度特性の評価を実施した。土質定数の設定は、大窪ら¹⁾が提案した方法により評価した。なお、礫質土及び砂質土は、排水強度により設定し、

キーワード：盛土，品質管理，締固め

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 土工研究室 TEL042-791-1694

粘性土では、非排水強度により設定した。

4. 各盛土材料の土質定数の設定

図-3 に礫質土の a 線のピーク強度設定例を示す。三軸圧縮試験は個々の試験で締固め度に相違があることから、各試験結果を締固め度と強度（内部摩擦角、粘着力）の関係に整理した。高速道路における締固め度は平均で 98%程度有していることから、せん断強度の評価は、締固め度 95%における強度とした（図-3 から締固め度 95%のとき、内部摩擦角 $\phi_a=45^\circ$ となる）。図-4 に礫質土の b 線のピーク強度設定例を示す。b 線においても同様に締固め度 95%における強度を設定した（図-4,5 では内部摩擦角 $\phi_b=40^\circ$,粘着力 $C_d=10\text{kN/m}^2$ となる）。

また、残留強度の設定は、三軸圧縮試験で残留強度が明確に現れているものはそれを用いるが、残留強度が明確でないものは、過去の試験結果よりピーク強度に 0.75 を乗じたもので強度で、ピーク強度と同様な整理をした。

表-1 に各盛土材料のせん断強度の結果を示す（ここでは礫質土、砂質土は a 線の設定強度）。内部摩擦角は、表-1 よりピーク強度で $35\sim45^\circ$ 、残留強度はピーク強度より 5° 程度小さい $30\sim40^\circ$ となった。

図-5 に盛土材料別に設定された強度を用いて、高さ 15m 盛土の地震時の安定検討結果を示す。地盤種別はⅡ種地盤、入力地震動は道路橋示方書のタイプⅡ・Ⅱ・1 とし、ニューマーク法を用いた残留変形解析を行った。残留変形は大きくて 120cm、概ね 100cm 以内程度の変形となった。粘土質砂{SC}は、データ数が少なく評価できなかったため、個別に三軸圧縮試験を実施し、強度を設定する必要がある。

5. まとめ

高速道路における盛土の締固めの実態を、工事の日常施工管理記録から整理した。その結果、路体であれば締固め度約 98%という非常に高い状況であることを確認できた。また、三軸圧縮試験結果と締固め度の関係より、各土質定数を実態の締固め度に応じた強度から設定した。地震時の残留変形解析を実施すると、盛土高 15m で概ね 100cm 程度の変形となり、概ね早期に緊急車両の通行路を確保可能なレベルにあると考えられる。このように現地の締固め度の実態に合わせた強度設定を行うことにより、より合理的な設計が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 大窪克己、浜崎智洋、北村佳則、稲垣太浩、濱野雅裕、佐伯宗大、龍岡文夫：高速道路盛土の大規模地震時の耐震性検討（その1）～盛土材のせん断強度の検討，第 39 回地盤工学研究発表会，2004 年 7 月

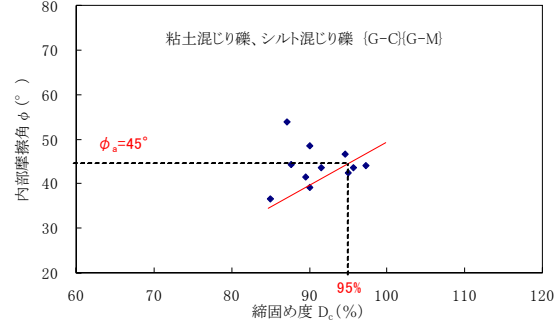


図-3 礫質土の a 線の強度設定例

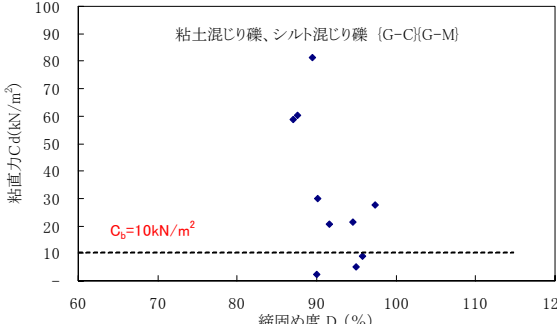
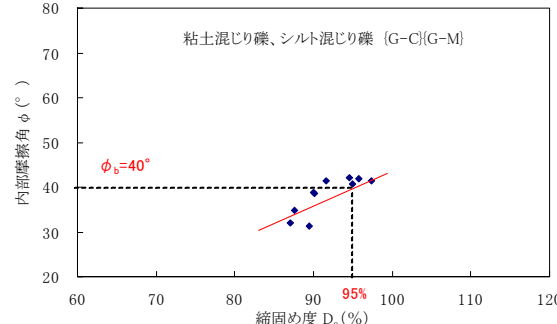


図-4 礫質土の b 線の強度設定例

表-1 耐震性評価に用いる土質定数

分類	代表材料	統一記号	γ (kN/m^3)	ϕ peak ($^\circ$)	ϕ res ($^\circ$)
岩石質材料	礫	{Rm}	20	45	40
	石分まじり材料 (岩塊盛土)	{Sm-R}	20	55	40
礫質土	砂礫	{G}{GS}{GF}	20	45	40
	粘土質礫	{G}{GC}	19	45	40
砂質土	まさ土	{S}{SG}{SF}	19	45	40
	粘土質砂	{SC}	三軸圧縮試験で確認		
	山砂	{S}{SF}	19	40	35
	しらす	{S}{SG}{SF}	15	50	37
脆弱岩	泥岩	{G}{GF}{SF}	17	35	35
粘性土 (細粒土)	ローム	{V}	14	35	30
	粘土	{C}	14	35	30

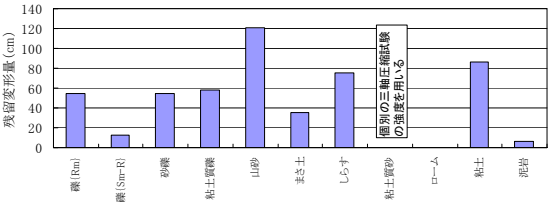


図-5 盛土材料別の地震時残留変形