

火山灰質粘性土の盛土材転用時の地質・地盤リスクへの対応

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ○栃尾 健，田上 裕，田中 淳，宮地 恵一郎
白井 康夫（地質リスク・エンジニア 登録番号 35），東風平 宏（同登録番号 74）

1. 事例の概要

九州地方には、黒ボク、赤ボク、灰土、豆っこ等と呼ばれ、特殊土として扱われる火山灰質粘性土が広く分布している。火山灰質粘性土は、地山では安定しているが、攪乱に弱く、盛土材として使用するにはトラフィカビリティーの確保が困難で、石灰等を用いた盛土材改良が必要となる場合がある。一方、改良せずとも使用できるものもあり、計画路線内にどのような火山灰質粘性土がどのくらい分布するかが、事業費に与える影響が大きいといえる。本報告では、当地区に分布する火山灰質粘性土に対して、室内試験を実施して盛土材としての分類、改良仕様の検討、強度の評価を行い、適切な対応方法を事前に検討することで盛土材改良費用における地質・地盤リスクの低減に努めた事例を紹介する。

2. 事例分析のシナリオ

(1) 対象とする道路の計画

対象とした道路は、九州地方の火山灰質土が広く分布する地域で、尾根や谷が発達し急傾斜地が分布する台地・丘陵地に計画され、橋梁や切土・盛土によって構成される。盛土区間では最大高さ 25m 以上の高盛土があり、切土区間では最大 6 段の長大切土が計画されている。当地特有のリスク抽出のために、道路計画における切土・盛土・橋梁の割合を確認した。対象と

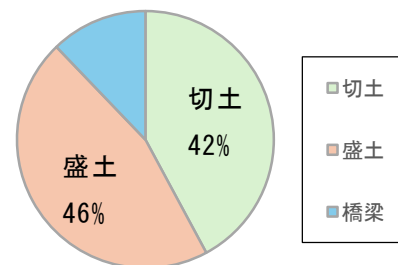


図-1 道路計画における切土・盛土の割合

する約 17km 区間のうち、切土・盛土の占める割合でみると、図-1 に示す通り、切土の割合が 42%、盛土の割合が 46%と併せて 88%がとなっており、切土・盛土に関わる地質・地盤リスクが事業に与える影響が大きいといえる。

(2) 火山灰質粘性土の盛土材としての分類

諸戸の研究¹⁾によると、火山灰質粘性土をトラフィカビリティーの面から分類を行おうとすると、従来の塑性図を用いた分類では十分ではなく、自然含水比 w_n と液性指数 I_L で分類する方法が提案されている。図-2 に中九州横断道路において、この手法を用いて火山灰質粘性土の分類を行った既往の検討事例²⁾を示す。諸戸は、自然含水比 $w_n=70\%$ 、液性指数 $I_L=0.8$ に閾値を設け、含水比の高低とこね返しによる強度低下の大小によって、HH、HL、LH、LL の 4 つの領域に分類する方法を提案した。中九州横断道路の事例²⁾では、湿地ブルドーザーで施工可能なトラフィカビリティーを確保するための改良仕様が検討されている。その結果、LL、HL の領域に分類される試料は無処理で流用可能なものが多く、LH、HH の領域に分類される試料は改良が必要となり、特に LH に分類される試料は、添加剤の必要量が多くなる傾向が示されており、諸戸の分類¹⁾が九州の火山灰質粘性土にも適用性が高いことが確認されている。このように、事前に火山灰質粘性土を分類しておくことは、地質・地盤リスクへの対応に有効であるといえる。

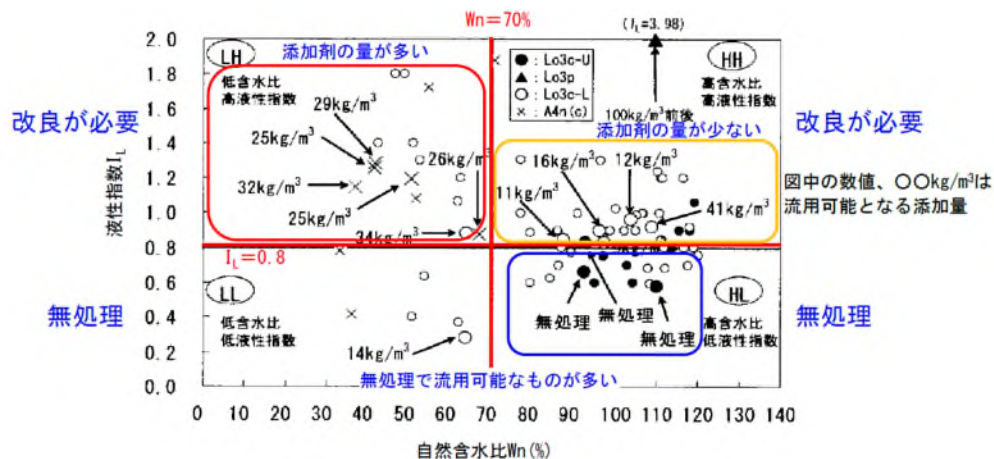


図-2 火山灰質粘性土の自然含水比と液性指数による分類の例（文献²⁾に加筆）

(3) リスクへの対応方針

当地区の火山灰質粘性土を盛土材として分類し、分布を把握することとした。そのため、現地で試料採取を行い、物理試験を実施し、既往試料も併せて盛土材を分類した。その後、分類毎に、トラフィカビリティー、盛土の施工性、実現性の観点からコーン試験、配合試験、力学試験を実施し、盛土材として用いるための方法を検討することとした。

3. データ収集分析

(1) 物理試験結果による分類

盛土材が発生する切土の計画位置で試料を採取し、物理試験を実施して分類を行うこととした。妥当性の高い分類を行うために、多くの切土予定箇所から試料採取を行った。分類結果を図-3に示すように液性指数 I_L と自然含水比 w_n を用いて分類した。試験結果から、液性指数 I_L が高く、そのままでは盛土材として転用が難しい可能性がある火山灰質粘性土が確認された。また、図-2に示す既往事例と比較すると、 I_L が高い箇所が少ない傾向であった。

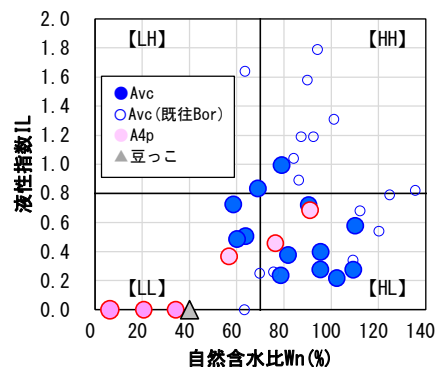


図-3 物理試験結果による採取試料の分類

(2) 盛土材としての強度評価方法

火山灰質粘性土の盛土材としての強度評価については、まず施工が可能か否かをコーン指数によって判定し、トラフィカビリティーの確保が難しい材料は安定処理を行い同試験で最適配合量を決定した。そして同じ条件で供試体を作成して三軸 CU 試験で強度定数を求め、強度評価を行う方法とした。

(3) 突き固め回数を変化させたコーン試験

トラフィカビリティー判定のためのコーン指数に関しては、液性指数 I_L が 0.8 以上の 8

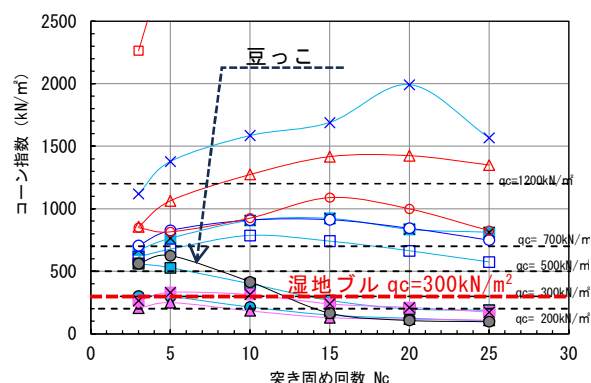


図-4 突き固め回数を変化させたコーン試験結果

試料を選定して、自然含水状態で突き固め回数を変化させた締固め試験（コーン試験併用）を実施した。試験は図-4に示すように、突き固め回数を3回～25回に変化させた。目標値は道路土工要綱を参考に、施工時に湿地ブルが使用可能な $q_c=300\text{kN/m}^2$ として設定した。

試験結果から、ほぼすべての試料で突き固め回数が増えるとコーン指数 q_c が低下する傾向が見られ、当地区周

辺に分布する「豆っこ」と呼ばれる軽石層もオーバーコンパクションによる強度低下の影響が明確に確認された。また、図-5に示すように火山灰質粘性土の中でも液性指数 I_L が高い試料でコーン指数も低く、オーバーコンパクションの影響が顕著な傾向がみられた。

$q_c<300\text{kN/m}^2$ を下回った試料に対して生石灰と石灰系固化剤を用いた配合試験を実施した結果、最低添加量である 40kg/m^3 で目標値を達成する結果となった。添加量が同じ場合、石灰系固化剤の方で改良効果が大きいことが確認された。

(4) 盛土材の強度試験

目標となるコーン指数を満足する無処理および配合した試料を用い、三軸 CU 試験を実施して盛土材としての強度評価を行った。三軸試験から得られた強度は平均値で $C_{cu}=25\text{kN/m}^2$ 、 $\phi_{cu}=17^\circ$ であった。この強度を用い、盛土段数を変えた安定検討を行うと、図-6に示すように6段までは許容安全率 $F_s=1.25$ を満足し、道路計画である盛土高最大 26m まで施工可能という結果が得られた。なお、検討には原地盤の強度は考慮していない。また、集水地形や片切り片盛り等、盛土中への地下水の侵入による盛土の劣化などのリスクは考慮していない。

4. マネジメントの効果

今回の検討では切土から発生する盛土材料を分類し、効果的な転用を検討したことで、表-1のマネジメント効果が得られた。今後、地盤の含水状態の季節的な変動の考慮や試料の追加も必要と考えられる。

5. データ様式の提案

「地質リスクを回避した事例（A型）」として、表-2にデータ様式案を示す。

《引用・参考文献》

- 1) 諸戸靖史（1993）：火山灰質土の工学的分類，土の判別と工学的分類に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，PP.139～142

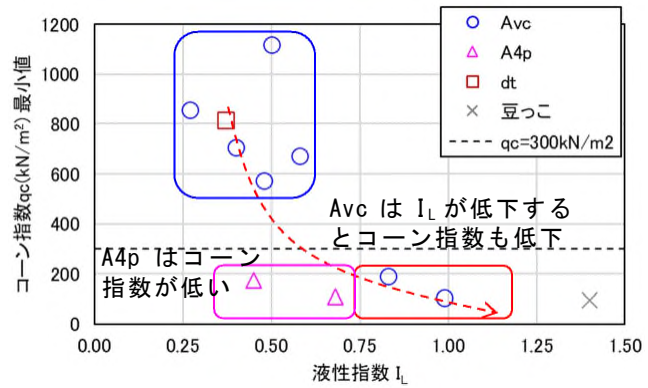


図-5 コーン指数と液性指数の関係

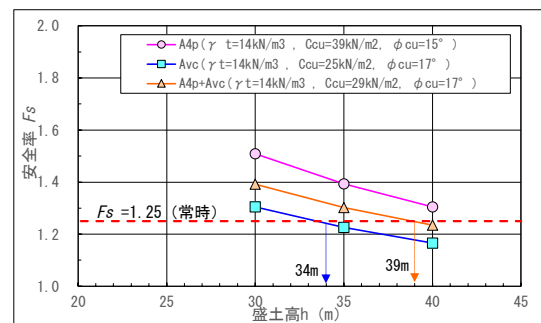


図-6 強度試験結果を用いた限界盛土高さ

表-1 マネジメント効果

	内容	金額	その他
リスクを一律に評価した場合	盛土材の区分なし	50 億円	施工時のリスク発現多
リスクを地盤に応じて評価した場合	盛土材を区分	25 億円	施工時のリスク発現少
マネジメント効果	-	25 億円	-

- 2) 田上裕・白井康夫他（2005）：「九州中央区に分布する火山灰質粘性土の盛土材料としての工学的特性」,地盤工学会「土と基礎」53 (6),pp.31～33.

表-2 データ様式（地質リスクを回避した事例；A型）

大項目	小項目		データ
対象工事	発注者		非公表
	工事名		—
	工種		切土・盛土
	工事概要		自動車専用道路
	①当初工事費		50 億円（盛土施工分）
	当初工期		—
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		盛土施工時
	予測されたトラブル		想定外の盛土材改良への対応 （トラフィカビリティの低下）
	回避した事象		盛土の再構築，追加改良
	工事への影響		あり
リスク管理の実際	判断した時期		調査・設計時
	判断した者		発注者，調査受注者
	判断の内容		地盤改良の増加
	判断に必要な情報		室内試験による盛土材の分類
リスク対応の実際	内容	追加調査	試料採取，室内試験の実施
		修正設計	—
		対策工	盛土材改良の事前検討
	費用	追加調査	—
		修正設計	—
		対策工	—
		②合計	—
変更工事の内容	工事変更の内容		盛土材改良の変更
	③変更工事費		25 億円（盛土施工分）
	変更工期		—
	間接的な影響項目		—
	受益者		—
リスクマネジメントの効果	費用（①－③－②）		25 億円（盛土施工分）
	工期		—
	その他		盛土材を区分することで，盛土材改良時のリスクが低減された。