

結晶片岩による盛土厚層施工に関する一考察

大成建設（株） 正会員 藤原 斉郁

1. はじめに

結晶片岩は変成作用による剥離性の高い特性から破碎により扁平な粒子形状となる傾向がある。また、風化の度合いによりスレーキング性や破碎性などぜい弱岩として取り扱う必要があるなど、盛土材として使用する場合には材料管理や施工管理に留意する必要がある。このうち材料の扁平性に関して、結晶片岩による盛土は水浸による沈下（コラプス現象）が発生することが知られており¹⁾、この特異な粒子形状や粒度分布の悪さなど締固めにくい材料であることがその原因とされている。このため、盛土施工管理では基準密度に対する相対指標である締固め度だけでなく、空気間隙率により空隙の少ない密な状態とする必要がある²⁾。

本報では、このコラプス沈下に着目し、材料の扁平性と沈下に関する考察を行った。前述のように、結晶片岩など扁平材による盛土の施工管理法は確立されているものの、管理が必要な扁平度の適用範囲は示されていない。すなわち、現状では結晶片岩と判定された材料に対しては一律に空気間隙率による厳格な管理が必要となっている。そこで、この厳格な管理の必要な扁平度の適用範囲設定の可能性に関して、材料の扁平度を変化させた一次元圧縮試験により検討した。また、盛土施工のコストダウン検討として、結晶片岩による厚層盛土施工の可能性について考察した。

2. 一次元圧縮試験

2.1 試験条件

表-1 に今回用いた結晶片岩材の基本物性を示す。このうち、スレーキング性および破碎性についてはいずれも小さく、载荷による細粒化や粒子破碎はほとんど発生しない材料である。図-1 に試験装置の概要図を示す。試験は、段階的なクリープ荷重制御が可能な载荷装置のフレーム内にφ150mm×高さ150mmの中型モールドを設置し、所定密度の材料を詰め、载荷板を介し水浸および非水浸状態での载荷による沈下量を測定した。なお、モールド内側には材料との摩擦を低減するためグリスを塗布した後にゴムメンブレンを配し、モールド外周部は容器により载荷時において供試体を水浸させることのできる構造とした。

载荷は、初期状態から12時間ごとに段階的に6段階（40, 80, 160, 320, 640, 1280kN/m²）に増加させ、最終ステップについては沈下の収束を確認した後に試験を終了した。表-2 に試験ケースを示す。試験に用いた試料は、フルイにより最大粒径37.5mmとした結晶片岩材を粒径37.5～19mm, 19～9.5mm, 9.5～4.75mm, 4.75mm以下にそれぞれに分級し、4.75mmを超える材料を目視にて扁平の有無に分け、それぞれで元の粒度分布に戻すことにより作成した（Case1～3）。また、Case4, 5については、さらに2mmアンダー材を取り除いたものとした。なお、細長・扁平率試験を基にした指標³⁾⁴⁾では、細長岩片3以上の含有率は「扁平あり」で55%、「扁平なし」で0.6%

表-1 結晶片岩の物性

土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)		2.811
自然含水比 w_n (%)		3.2
粒度組成	最大粒径 D_{max} (mm)	150
	石分 (%)	22.5
	礫分 (%)	56.6
	砂分 (%)	16.6
	細粒分 (%)	4.3
細長・扁平率	細長岩片3以上の含有量 (%)	17.8
	細長岩片5以上の含有量 (%)	0.9
地盤材料の工学的分類		GS-F
スレーキング率 (%)		1.7
破碎率 (%)		7.7

表-2 試験ケース

Case	粒径範囲 (mm)	扁平度合	水浸条件	締固め度 D_c (%)	初期乾燥密度 (g/cm ³)
1-1	0-37.5	扁平あり	非水浸	97	2.117
1-2			水浸		
2-1		扁平なし	非水浸	92	2.007
2-2			水浸		
3-1	2-37.5	扁平あり	非水浸	92	2.007
3-2			水浸		
4-1		扁平なし	非水浸	—	1.799
4-2			水浸		
5-1			非水浸	—	1.799
5-2			水浸		

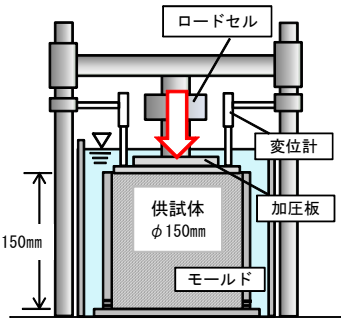


図-1 試験装置の概要

キーワード 結晶片岩, 盛土, 沈下, 厚層施工

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター土木技術研究所 TEL 045-814-7236

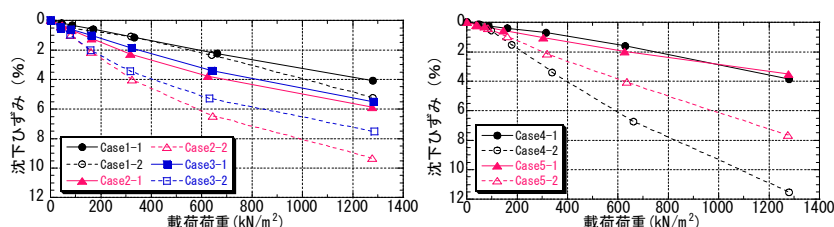


図-2 一次元圧縮試験結果

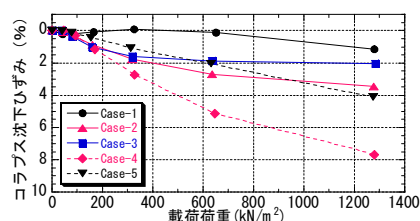


図-3 コラプス沈下ひずみ

であった。供試体の初期密度については、Case1～3については突固め試験結果に対する締固め度 97%と 92%, Case4～5については砂の最大密度試験 (JIS A 1224) に準じた方法による密度相当とした。

2.2 試験結果

試験結果を図-2 に示す。いずれも載荷荷重の増加に伴い沈下が進行しており、各ケースとも水浸ケースの方が沈下量大きい結果となった。Case-4, 5については、非水浸ケースでは扁平度合いによる違いはほとんどなく、水浸ケースで沈下量が増加することが特徴的であった。図-3 に各荷重ステップ毎の水浸と非水浸ケースの沈下ひずみの差（ここでは「コラプス沈下ひずみ」とした）を示す。最大荷重ステップで比較すると、供試体密度が小さく扁平度合いが大きい程コラプス沈下ひずみが大きく、今回の扁平度の範囲では 2mm アンダー材の有無にかかわらずコラプス沈下ひずみの差が約 2 倍程度見られた。図-4 に最終荷重ステップにおける材料の扁平性とコラプス沈下ひずみの関係を示すが、扁平度合いが小さい程コラプス沈下が小さくなる傾向がわかる。これまでの結晶片岩による締固め管理では、締固め度 97%以上（および空気間隙率 13%以下）を達成する必要があったものの、コラプス沈下に関して言えば、扁平度合いが小さくなれば同等の沈下量（ここでは 1.6%）となる締固め度の緩和が期待できる結果となった。

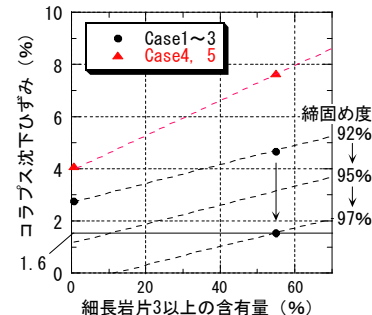


図-4 扁平性とコラプス沈下

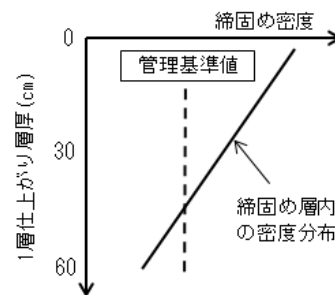


図-5 締固め密度分布の概念図

3. 盛土厚層施工の可能性について

土工事におけるコストダウン策としては、重機による転圧回数の低減や撒き出し厚の厚層化がある。このうち厚層化については、図-5 に示すように締固め層の深さ方向の密度分布、特に下層の密度達成とその状況確認が問題となる。このため、高速道路などでは試験施工による密度分布の把握により厚層施工の可否を判断している⁵⁾。結晶片岩の場合も同様に密度の達成が必要であるが、下層での締固め度 97%達成は非常に厳しい条件であり、締固め度の緩和が無い限り厚層施工は難しいと考えられる。今回示された結果は、粒子形状の条件付きながら結晶片岩による厚層施工の可能性を示すものであると考えられる。

4. おわりに

本報では、結晶片岩の扁平性とコラプス沈下の関係に着目した一次元圧縮試験により、扁平度合いが著しくない場合にはコラプス沈下量が減少することが示された。また、この結果から結晶片岩を用いた厚層撒き出しによる盛土施工の可能性について示した。今後は追加試験等を実施し検討を進めていく予定である。

謝辞：本試験の実施にあたり、NEXCO 中日本名古屋支社豊川工事事務所より結晶片岩試料を提供いただいた。関係各位に感謝の意を表します。

参考文献：1)Dudley, J. H.:Review of Collapsing Soils, Proc. ASCE, Vol.96, No. SM3, pp.925-947,1970. 2)宮澤他：結晶片岩を用いた第二東名盛土の締固め規定, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム, pp. 157-160, 2009. 3)中日本高速道路株式会社他：NEXCO 試験方法 第 2 編アスファルト舗装関係試験方法, 試験法 239, 2011. 4)奥原他：黒色片岩の締固め特性, 第 38 回地盤工学研究発表会, pp. 1331-1332, 2003. 5)中日本高速道路株式会社他：土工管理施工要領, 2010.