

96 クラッシャーランを活用した新しい砂防施設のコスト縮減工法に関する提案

砂防エンジニアリング株式会社 半田博幸・山本卓郎・古味昭彦

○ 野村一利・岡村祐介

1. はじめに

これまでの砂防施設には、コンクリートが主材料として用いられてきた。しかしながら、近年の社会経済状況は厳しく、新たな視点から砂防構造物を見つめ直す必要が生じている。また、時代の変革に伴い砂防施設に求められるニーズも多様化し、地域に合った適切な手法による建設コストの縮減が求められている。

この様な背景のもと、建設発生土等を有効利用してコストの縮減を図る工法として CSG(Cemented Sand and Gravel)工法、INSEM(IN-situ Stabilized Excavated Materials)工法等が開発されている。これらは現地発生土砂等を用いることから残土処理等が軽減され、地域環境への配慮面からも優れた工法であるが、材料の品質にバラツキが生じることから適用範囲が限定されるケースが多い。したがって、均一性の高い材料を確保できれば構造的に信頼性が高く、経済性に優れる砂防施設の建設が可能となる。

そこで我々はこれらの工法の特徴を生かし、日本全国で入手可能な材料としてクラッシャーランに着目し、LUC(Low-cost concrete by Using Crusher-run)工法の研究・開発を行ってきた。その結果、砂防施設に必要とされる性能を満足する一応の評価が得られたので、ここに報告する。

2. LUC 工法の概要

LUC 工法は、骨材となるクラッシャーラン(C-40)にセメント、水等を加えて混合した LUC材料をガンプトラック等で運搬し、ブルドーザ等で敷均して、振動ローで締固める工法である。したがって、前述した CSG 工法や INSEM 工法に類似しており、特殊な施工方法を必要とするものではない。骨材に汎用性及び均一性の高いクラッシャーランを用いることにより、砂防施設に現地発生材料の適用が困難な場合に有効なコスト縮減工法であると言える。また、施工に際しての品質管理、施工管理についても骨材材料にバラツキが少ない分、類似工法に比較して容易である。

3. LUC の材料特性(CSG と比較して)

(1) 母材の品質

クラッシャーラン(C-40)は、JIS A 5001 により道路の敷碎石、路盤、歴青舗装の基層・表層などに使用する碎石として品質が規定されている。したがって、類似工法に比較して、ある程度は母材としての品質（特に粒度分布）が管理されていることとなる。

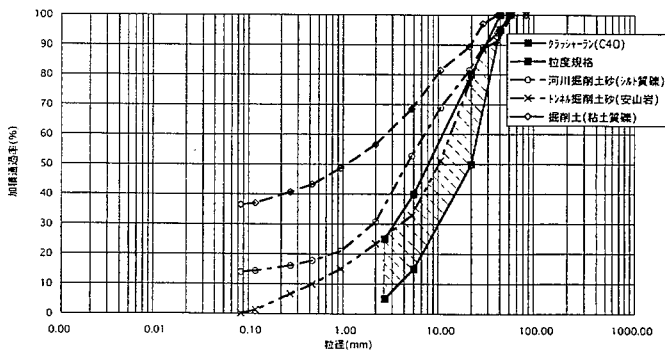


図-1 粒度分布

表-1 各材料の絶乾(表乾)比重・吸水率及びすりへり減量

区分	種別	絶乾比重	吸水率 (%)	すりへり減量 (%)
クラッシャーラン (C-40)	1種	2.45以上	3.0以下	35以下
	2種	—	—	40以下
河川掘削土砂	シル質礫	(2.55)	2.2	—
トンネル掘削土砂	安山岩	(2.35)	8.9	—
構造物掘削土砂	粘土質礫	(2.61)	1.9	—

※()内は表乾比重を示す。

(2) 圧縮強度

単位セメント量を $C=80\text{kg/m}^3$ として配合試験を行い、一軸圧縮強度試験により LUC と CSG の材令 28 日における発現強度を測定した。結果は図-2 及び図-3 に示したとおりであり、一般的なクラッシャーラン(C-40)を用いた場合には一軸圧縮強度及び湿潤密度のバラツキが小さい。再生クラッシャーランを用いた場合は、単位セメント量を $C=80\text{kg/m}^3$ とした場合、発現強度は $\sigma_{28}=2.4\sim 4.9(\text{N/mm}^2)$ と小さいが、単位セメント量を増加させることで発現強度も増加する。

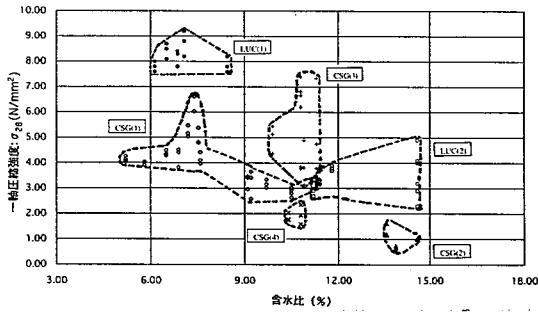


図-2 練混ぜ後の含水比と圧縮強度の関係

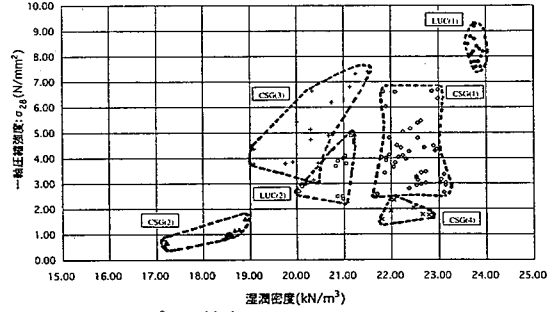


図-3 湿潤密度と圧縮強度の関係

凡例	
配合名	使用母材
LUC (1)	クラッシャー(C-10)
LUC (2)	再生クラッシャー
CSG (1)	河川掘削土砂(シル質礫)
CSG (2)	明かり掘削土砂(火山灰混じり礫)
CSG (3)	いんぱ掘削土砂(安山岩)
CSG (4)	構造物掘削土砂(粘土質礫)

4. LUC 工法によるコスト削減効果

従来のコンクリート重力式砂防ダムと本法を砂防ダムの内部コンクリートの活用した場合について、既往の設計資料に基づき、下記の条件で建設コストを比較した結果、概算で約25%（直接工事費）のコスト削減が可能である。

<検討条件>

ダム高	H=11.0m	土石流水深	$h_f=0.90m$
堤頂長	L=70.0m	土石流流速	V=2.37m/sec
越流水深	$h_3=0.80m$	土石流の単位重量	$P_d=15.68kN/m^3$
流水の単位重量	$W=11.77kN/m^3$	LUCの単位重量	$W_{LUC}=20.59kN/m^3$

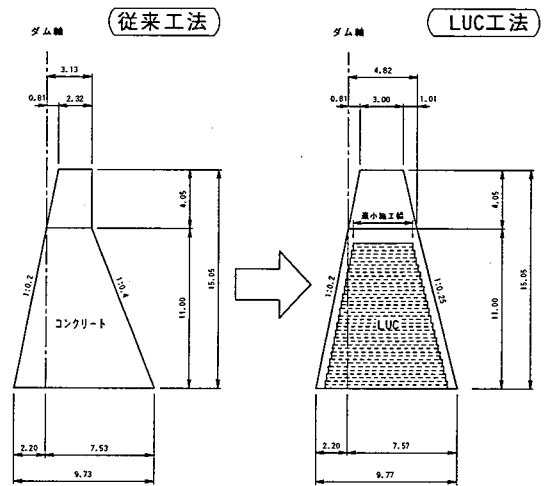


図-4 比較検討断面図

5. シラスの有効利用

LUC 工法は現地発生材にかわる安価な骨材としてクラッシャーに着目したものであるが、同様な観点からシラスについて考えてみる。

シラスの材料としての特性は砂に似ているが、比重は2.0程度とコンクリート用細骨材に比べて小さく、吸水率は約10~15%程度とかなり大きい。近年、鹿児島県ではシラスの有効利用と環境保全を目的として、シラスをコンクリート用細骨材に用いたコンクリートが実用化されている。

鹿児島県の特長事情であるシラスのLUC 工法への適用性を検証した結果、十分に再利用が可能であるとの評価が得られた。

【単位セメント量C=100kg/m³】

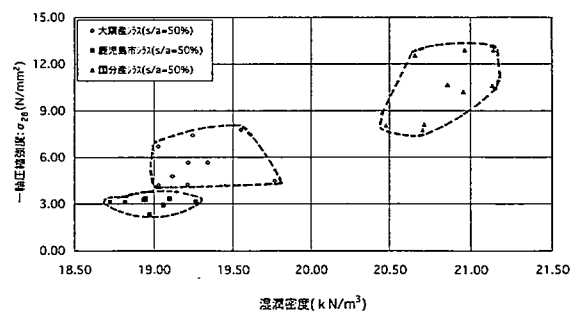


図-5 シラスを細骨材に用いたLUCの強度特性

6. 今後の課題

これまでの研究で、建設発生土では適用が困難な場合に LUC 工法を用いることにより、砂防施設として要求される性能が一応満足されると評価できる。しかしながら、他の類似工法と同様に LUC 材料の耐久性、耐摩耗性等については十分解明されておらず今後の追跡調査が必要である。現状では砂防施設に期待する機能、場の条件等を勘案しながら、当面は内部コンクリートの利用にとどめ、環境面に配慮した保護工との適切な組合せにより活用することが妥当であると考えられる。