

1 クラッシャーランを利用したコスト縮減工法の基礎的研究

砂防エンジニアリング株式会社 山本 卓郎 古味 昭彦
 ○細川 清隆 澤田 悦史
 株式会社 インボックス 秋山 祥克

1. はじめに

CSG 工法や INSEM 工法等の現地発生材料を利用した低強度の砂防施設構築工法が開発され、現在試行段階にある。これらの工法は、工期短縮、建設残土の削減、コスト縮減等で効果的な工法であると評価されているが、現地発生材料の品質に大きなバラツキがある場合や良質な現地発生材料が得られない状況下では、適用が制限される可能性がある。

このような場合を想定し、著者らは全国各地で入手可能なクラッシャーランを利用して、コスト縮減効果を図る LUC (Low paste concrete by Using Crusher-run) 工法の研究・開発を進めている。

本報告は、LUC 工法の基礎的研究として室内配合試験を実施し、LUC の強度特性についてとりまとめたものである。

2. LUC 工法の概要

LUC 工法は、クラッシャーラン (C-40) にセメント、水を加えて混合した LUC をダンプトラック等で運搬し、ブルドーザで敷均して、振動ローラで締固め、構造物を構築する工法である。そのため、特殊な施工方法を必要とせず、汎用性の高い機械による合理化施工が可能である。

なお、LUC の目標強度は、堤体内部に発生する応力の大きさに対して安全な値となるように決定している。例えば、堤高 15m、越流水深 2m 程度の砂防ダムでも内部応力の最大値は 0.5~0.6N/mm² 程度であるため、目標強度 σ_{28} は安全率や割増係数を考慮して 3N/mm² 程度となる。また、室内配合試験における配合強度 σ_{28} 配合は、現場での強度発現率 0.5 を考慮し、6N/mm² とした。

3. 使用材料と試験条件

室内配合試験に使用した材料を表-1 に、試験条件を表-2 に示す。

LUC の骨材となるクラッシャーラン (C-40) は、JIS A 5001 の規格において、図-1 に示す範囲内に収めることが規定されている。この規格値の範囲は、現地発生材料と比較すれば狭いものの、各粒径で 20~30% の幅を有するものである。本研究では、粒度の差異による LUC の特性を把握することを目的とするため JIS A 5001 で規定された粒度のうち、上限側粒度分布、下限側粒度分布、平均側粒度分布 (以下、「上限」、「下限」、「平均」と称する) となるように粒度調整して配合試験を実施するものとした。

なお、標準供試体の形状は $\phi 125\text{mm} \times H250\text{mm}$ とし、振動タンパで締固めを行って作製するものとした。

4. 試験結果

圧縮強度試験より得られた結果を図-2, 3 に、弾性係数の測定結果を図-4 に示す。

表-1 使用材料

| | |
|------|-----------------------------------|
| 骨材 | クラッシャーラン (C-40) (長崎県南高来郡西有家町産) |
| 混合水 | 水道水 |
| セメント | 高炉セメントB種 |

表-2 試験条件

| | |
|-----------|--------------------------|
| 単位セメント量 C | 100kg/m ³ |
| 単位水量 W | 50~150kg/m ³ |
| 試験粒度 | 「上限」、「平均」、「下限」の3種類 |
| 試験項目 | 圧縮強度・密度 弾性係数 ポアソン比 |

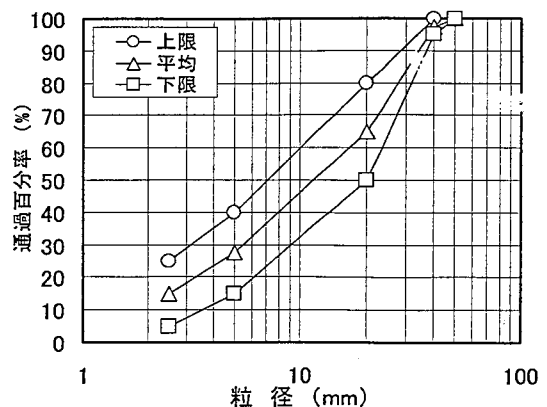


図-1 クラッシャーランの粒径加積曲線

4.1 密度

図-2 より、「上限」、「平均」は密度が大きく、同様の傾向が認められるが、「下限」はこれらとは異なった傾向を示すことが確認された。

また同図より、図-1 の粒度分布における「平均」から上側の粒度では、細粒分含有率が高くなり良好な締固めが行えるが、「平均」から下側の粒度では十分な締固めを得られない可能性があることがわかる。

4.2 圧縮強度

図-3 には、圧縮強度とセメント水比 (C/W) の関係を示す。同図より、C/W が 0.7~1.2 の範囲において、圧縮強度と C/W の間にはコンクリートと同様の比例関係が確認された。しかし、C/W が 2.0 となった「上限」のデータは、この比例関係からは外れている。これは、単位水量が極端に小さくなった影響に起因する締固め不足と水和反応不足によるものと考えられる。

なお、圧縮強度は「上限」、「平均」において、LUC の配合強度である 6N/mm² を十分に発現しているが、「下限」はすべてのケースで 6N/mm² を下回る結果となった。先に述べた密度と併せて考えると、図-1 に示す粒度分布の「平均」より下側のクラッシャーランでは、密実で強度の大きい LUC を製造することが困難となる可能性があることがわかる。

4.3 弾性係数

現在までに研究・開発されている低強度の建設材料では、弾性係数を測定している事例が少ない。そこで本研究では、LUC の圧縮試験時に、応力-ひずみの関係を測定し弾性係数を算定した。その結果を図-4 に示す。

同図より、弾性係数は、配合条件と粒度に関係なく、相関関係が認められた。この関係式より、LUC の目標強度 $\sigma_{28} = 3\text{N/mm}^2$ の場合の弾性係数は、 $E_c = 4.3\text{kN/mm}^2$ となる。この値は、コンクリートの標準的な弾性係数 $E_c = 22\text{kN/mm}^2$ の約 1/5 である。

5. 考察

本研究では、JIS の規格値内でクラッシャーランの粒度を調整して室内配合試験を実施し、LUC の強度特性を把握した。

室内配合試験より、図-1 に示す粒度分布の「平均」から上側のクラッシャーランは、配合強度 6N/mm² を容易に発現でき、取り扱いやすい材料であることがわかった。しかし、「平均」から下側のクラッシャーランでは目標強度の発現が困難なことが予想されるものである。

このような場合でも、現地発生材料や細骨材等をクラッシャーランに混合し粒度を「平均」より上側に調整することで、目標強度の発現が可能となり、砂防構造物へ適用することができると考えられる。

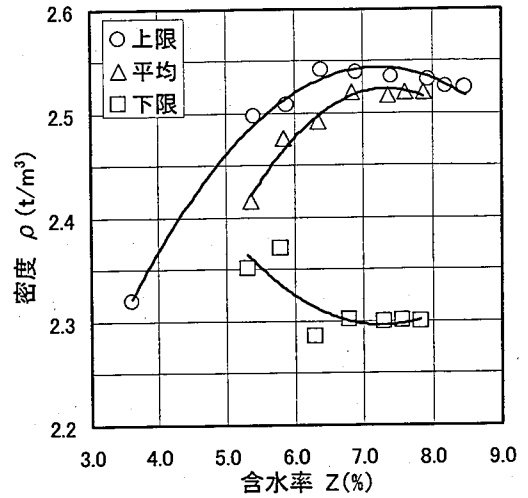


図-2 密度と含水率の関係

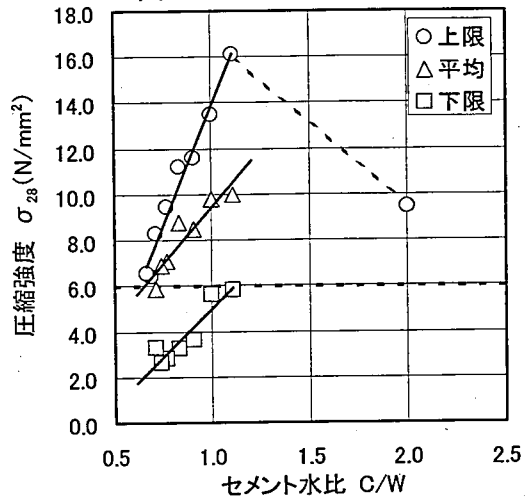


図-3 圧縮強度とセメント水比の関係

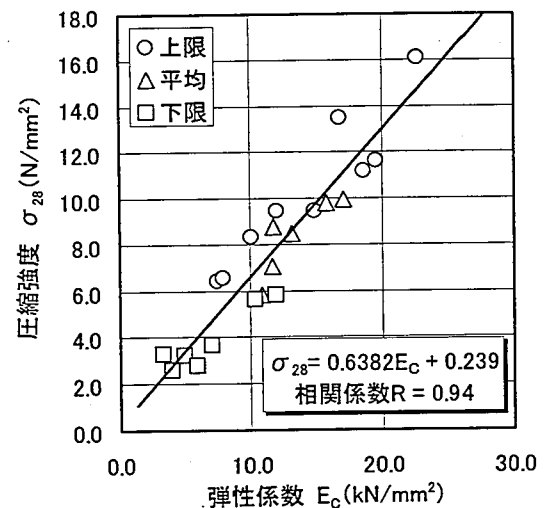


図-4 圧縮強度と弾性係数の関係