

# 現地発生土砂の有スランプ的活用に関する研究 — その2 —

国土交通省 日光砂防事務所 田中 秀基, 八木沢 和人, 小島 隆, 岡部 勉  
砂防エンジニアリング株式会社 中濃 耕司, ○岡村 祐介

## 1. はじめに

日光砂防事務所では、現地発生土砂の弾力的な活用とこれに伴う経済性・施工性の向上並びに環境負荷の軽減を目的に、現地設置型プラント（強制二軸ミキサ）を用いた有スランプ材料について検討を実施している。平成 19 年度に実施した現場配合試験により、有スランプ材料の堰堤構築材料としての適用可能性を確認できたことから、平成 20 年度には、有スランプ材料の実用化の適否を検証するために試験施工を実施した。

本稿では、試験施工結果のうち有スランプ材料の経時変化の影響及び実構造物レベルでの発現品質と、これに基づく砂防構造物への適用性について報告を行う。

## 2. 試験施工条件

### (1) 有スランプ材料の配合条件

有スランプ材料の目標品質を表-1 に、平成 19 年度の現場配合試験結果に基づき設定した有スランプ材料の基本配合を表-2 に示す。なお、今回の試験施工における有スランプ材料は、堤体の内部材としての活用を念頭にしたこと目標強度は 6.0N/mm<sup>2</sup>に設定した。

### (2) 試験項目

今回実施した試験施工の流れ及び試験項目を図-1 に示す。施工条件の影響による有スランプ材料の発現品質のばらつきを把握するために、同一試料において、製造後 0 分、30 分、60 分、90 分、120 分の 5 回、スランプ試験、標準供試体の作製を行うとともに、標準供試体の圧縮強度、単位体積重量を測定した。なお、コンクリートにおいても同様の試験を実施し、有スランプ材料とコンクリートの発現品質の差異を確認するものとした。ただし、コンクリートの場合、現場搬入までに製造後 86 分経過していたことから、試験は現場到着後の上記の時間間隔で実施したが、データは経過時間で整理するものとした。

### (3) 試験施工の流れ

試験施工の流れを図-1 に示す。試験施工ヤードの構築では、型枠内に有スランプ材料を投入した後、コンクリートを投入し、バイブレータにより両材料の打設作業を実施するとともに、打設完了後はコンクリートと同様の養生を実施した。また、硬化後にコアサンプリングを実施し、実構造物レベルでの材齢 28 日における圧縮強度や単位体積重量を測定した。

## 3. 試験施工結果

### (1) 経時変化の影響

#### 1) コンシステンシー

有スランプ材料の製造後 0 分、30 分、60 分、90 分、120 分に実施したスランプ試験結果を図-2 に示す。製造後の時間経過に伴い有スランプ材料は、スランプ（コンシステンシー）が減少する傾向にあることが認められた。また、スランプの経時変化はコンクリートに比べ有スランプ材料の方が大きいことが認められた。

有スランプ材料において大きいスランプの変化が認められたのは、有スランプ材料では吸水率の大きい大礫を多く含有するため、時間経過とともに骨材への吸水が進行したことや、セメントの水和反応が進行したこと等が推測される。

#### 2) 標準供試体の圧縮強度及び単位体積重量

有スランプ材料の製造後の経過時間と圧縮強度の関係を図-3 に、経過時間と単位体積重量の関係を図-4 に示す。

製造後 60 分程度までに作製した有スランプ材料の圧縮強度並

表-1 有スランプ材料の目標品質

	設定値	備考
コンシステンシー	スランプ SL = 5 cm ~ 12 cm	
圧縮強度	目標強度 $\sigma_{28} = 6.0 \sim 19.5 \text{ N/mm}^2$	
	目標供試体強度 $\sigma_{28} = 8.0 \sim 25.9 \text{ N/mm}^2$	※ 1
単位体積重量	20.59 k N/m <sup>3</sup>	

※ 1 : 変動係数 V 15%, 割増係数 1.33 とし、目標強度 × 割増係数より目標供試体強度を設定。割増係数 =  $1 / (1 - 1.645 \times V / 100)$  により算出。

表-2 有スランプ材料の基本配合

最大礫径 G max (mm)	混合時間 t (s)	目標強度 $\sigma_{28}$ (N/mm <sup>2</sup> )	目標供試体 強度 $\sigma_{28}$ (N/mm <sup>2</sup> )	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
				水 W	セメント C	土砂 G	混和剤
80	60	6.0	8.0	150	180	1,940	0.45

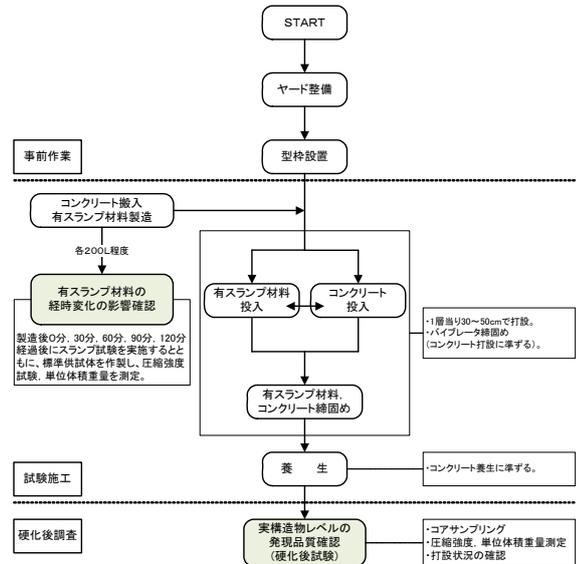


図-1 試験施工の流れ及び試験項目

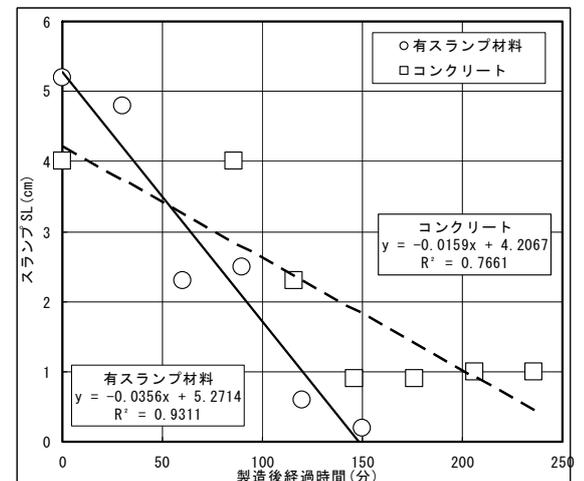


図-2 スランプ試験結果

びに単位体積重量は低下する傾向が認められるが、それ以上の経過時間ではいずれの項目も増加傾向が認められた。この結果はセメントの水和反応が進行している状況下で十分な締固めを実施すると密実で堅固な構造体を形成しやすいことを示唆している。これは、より長い経過時間の影響を受けたコンクリートにおいても製造後経過時間 100 分以降で、比較的顕著な圧縮強度と単位体積重量の増加傾向が確認されたことから、セメント混合系材料の性状であると推測される。

## (2) 実構造物レベルでの発現品質

### 1) コア圧縮強度

サンプリングコアの圧縮強度試験結果を図-5 に示す。

図-5 より、試験施工ヤードより採取したコア強度は、いずれも目標強度である  $6.0\text{N/mm}^2$  を上回ることを確認し、平均コア強度は  $8.99\text{N/mm}^2$  を示すことを確認した。図-5 中には、試験施工時に作製した標準供試体における 28 日強度の平均値（総計 12 本）を図示したが、コアの方が標準供試体に比べ、圧縮強度が大きいことを確認した。コアの方が標準供試体に比べ大きい圧縮強度を示すのは、大礫の含有により圧縮強度の増加が生じたためであると推測されるが、ゼロスランプである INSEM材とは異なる有スランプ材料での特徴と推測される。また、有スランプ材料における圧縮強度の変動係数は、表-3 に示すように概ね 10%程度であり、当初想定した 15%の妥当性が確認されるとともに、現地設置型プラント（強制二軸ミキサ）による有スランプ材料製造の妥当性が検証できた。

### 2) コア単位体積重量

コア供試体の単位体積重量測定結果を図-6 に示す。

測定した 11 個のデータのうち 2 供試体で目標単位体積重量  $20.59\text{kN/m}^3$  を下回ったものの、平均値  $20.87\text{kN/m}^3$  は目標単位体積重量を  $0.28\text{kN/m}^3$  程度上回る結果となった。単位体積重量は大礫の含有に大きな影響を受けることや、大礫の含有を制御する方法がないこと等の理由から、有スランプ材料の単位体積重量の評価は平均値で実施することが妥当であるため、想定した単位体積重量を確保できたと評価した。なお、図-6 には、標準供試体における単位体積重量の平均値も図示したが、標準供試体の方がコアに比べ大きな単位体積重量を示すことが確認された。これは、締固め効率の相違による影響と推測される。

### (3) 有スランプ材料の砂防構造物への適用性

以上の結果に基づく次の知見より、有スランプ材料の砂防構造物への適用性は高いと評価した。

- ① 目標強度  $6.0\text{N/mm}^2$  をコンクリートより少ない単位セメント量 ( $180\text{kg/m}^3$ ) で発現できる。
- ② 単位体積重量も当初設定した値を発現できる。
- ③ 現場製造が原則のため、製造後打設開始までは 30 分以内が想定され、スランプの低下は 1 cm 程度と小さい。
- ④ 製造後打設開始まで長くなっても十分な締固めを実施すれば強度、単位体積重量ともに必要品質の確保が可能である。
- ⑤ 施工も在来コンクリート工法とほぼ同様であることから、施工者の理解が得やすい。

## 4. おわりに

平成 19 年度に実施した現場配合試験及び平成 20 年度に実施した試験施工により、有スランプ材料としての活用を図ることで現地発生土砂の有効活用の自由度の向上が期待される。今後、これらの結果を踏まえ、より積極的な現地発生土砂の活用とそれに伴う合理的な砂防事業推進の提案に努める所存である。

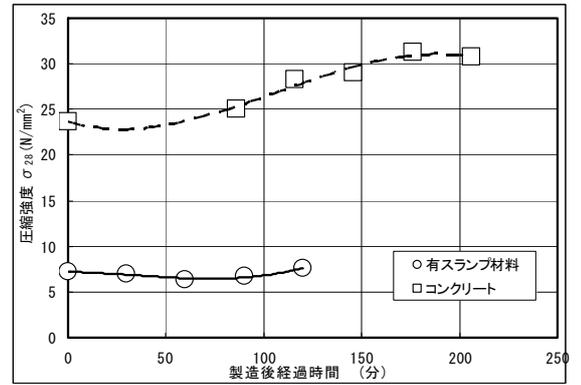


図-3 経過時間と圧縮強度の関係

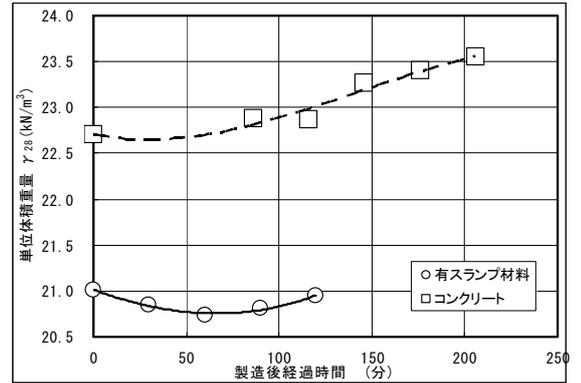


図-4 経過時間と単位体積重量の関係

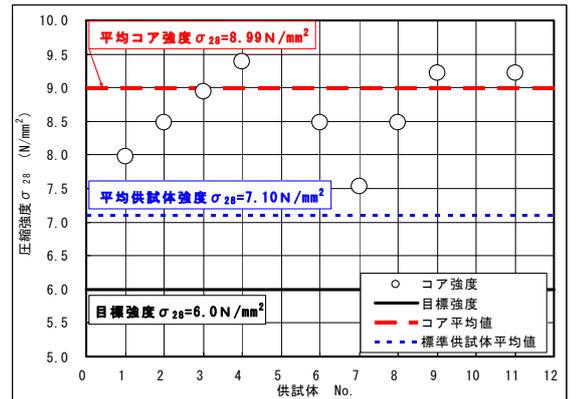


図-5 サンプリングコアの圧縮強度

表-3 コア及び標準供試体のばらつき測定結果

材料区分		試験数	$\sigma_{28}$ ( $\text{N/mm}^2$ )	圧縮強度の 標準偏差	圧縮強度の 変動係数	$\gamma_{28}$ ( $\text{kN/m}^3$ )
有スランプ材料	コア	11	8.99	0.949	10.6%	20.87
	標準供試体	12	7.10	0.242	3.4%	21.06
コンクリート	コア	3	29.6	2.969	10.0%	22.85
	標準供試体	3	25.1	0.384	1.5%	22.79

(表中の  $\sigma_{28}$  は、各試験データの平均値を示す)

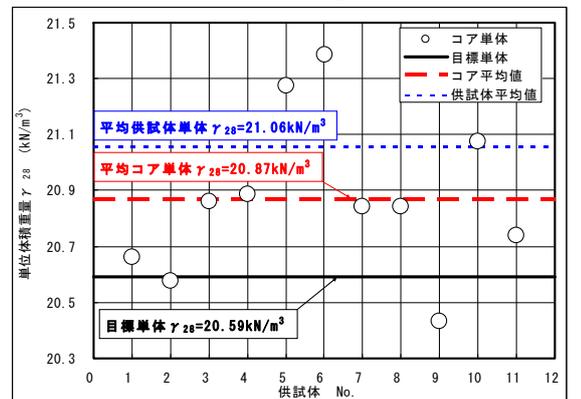


図-6 サンプリングコアの単位体積重量