

国土交通省 富士川砂防事務所 堀内成郎 小町谷章
 甲府河川国道事務所 ○鈴木暁
 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

富士川砂防事務所では、掘削残土等の現地発生土砂の抑制や施工性・経済性に優れる砂防事業の推進を目的に、現地発生土砂とセメント、水を施工現場で攪拌混合して砂防構造物の構築に活用する砂防CSG工法を開発し、現在まで多くの砂防構造物に適用してきた。本工法の更なる効率化に際しては、現場外からの資材搬入を極力低減する必要があるが、現在は、水平打継目に生コン工場から購入する敷モルタルを用いた打継目処理を実施しており、将来的には施工性等の向上を目的に敷モルタル等の打継目処理材も現場製造したいと考えている。

本報では、打継目処理材の工場製品から現場製造への切り替えに際し、打継目処理材に求められる品質、機能、施工性等の側面から適用の可能性について実施検討した室内配合試験および試験施工の結果を報告する。

2. 敷モルタル（打継目処理材）の要求品質の設定

敷モルタルの要求品質は、敷モルタルを実施する水平打継目が構造的弱部とならない品質である。ここで、コンクリート工法では打継目処理方法により表-1に示すような割合で強度低下することが知られている。

表-1を参考に、レイタンス処理なしで敷モルタルを実施する砂防CSG工法の打継目の強度比を $45 + (96 - 77) = 64\%$ と仮定することで、砂防CSG工法における水平打継目材料の要求品質は $6.0\text{N/mm}^2 \div 0.64 = 9.4\text{N/mm}^2$ に設定できる。さらに強度発現の変動係数を20%と仮定した場合割増係数は1.49となり、敷モルタルの品質として必要な強度は $9.4\text{N/mm}^2 \times 1.49 = 14.0\text{N/mm}^2$ に設定することができる。

また砂防CSG材のW/Cは通常100%以上であることから、敷モルタルの水セメント比W/Cは原則的に制限しないものとし、コンシステンシーは目視状況に基づく『擦り込みやすさ』から設定するものとした。

3. 室内配合試験による貧配合敷モルタルの配合条件の設定

(1) 試験方法・手順

貧配合の敷モルタルの配合条件は、室内配合試験に基づく目視性状、コンシステンシー（スランプ及びスランプフロー値）及び圧縮強度により設定するものとした。

配合試験は、まず現在使用している1:3モルタルを基本とし単位水量を増加させて実施し、コンシステンシーの目視状態から、適切な単位水量並びにそのときのコンシステンシーを設定するものとした。その後設定した単位水量に対しセメントと砂の比を変更して配合試験を実施し、単位セメント量の設定を行うものとした。

(2) 試験結果

表-2に室内配合試験を実施した敷モルタルの配合及び配合試験時のコンシステンシー試験結果を示す。1:3モルタルにおいて単位水量 $W \leq 280\text{kg/m}^3$ ($W/C < 60\%$) の場合、混合状態が『硬～やや硬』状態で打設面への擦り込み作業の困難さが予想された。一方、 $W = 295\text{kg/m}^3$ のケースで良好な混合状態とコンシステンシーが確認されたことから、敷モルタルの単位水量は $W = 295\text{kg/m}^3$ を目安とするものとした。なお、この配合のコンシステンシー試験結果からスランプは20cm以上、スランプフロー値は45cm程度以上を目安とすることができると判断した。

$W = 295\text{kg/m}^3$ において、セメントと砂の比率を1:4、1:5と変更した貧配合の敷モルタルについて、配合試験を実施したところ、写真-1に示すように、1:5モルタルでは材料分離が認められた。これは単位セメント量に対して単位水量が多い状態となった影響と考えられ、骨材が洗われた状態になったとともに水分の抜け出した

表-1 打継目処理方法と強度比の関係¹⁾

水平打継目処理方法	発現強度比
レイタンス処理なしで打継	約45%
1mm削って打継	約77%
1mm削+敷モルタルで打継	約96%

表-2 試験モルタル配合表

No.	配合区分	W/C (%)	配合量(kg/m ³)			スランプ (cm)	フロー値(cm)		
			セメント	水	砂		①	②	平均
1	1:3モルタル	54.9%	483	265	1,449	4.2	20.8	20.7	20.8
2		59.4%	471	280	1,413	14.0	32.0	33.1	32.6
3		63.9%	462	295	1,386	22.1	47.7	45.4	46.6
4	1:4モルタル	80.2%	368	295	1,472	22.1	48.4	44.6	46.5
5	1:5モルタル	97.0%	304	295	1,520	21.2	45.5	41.4	43.5

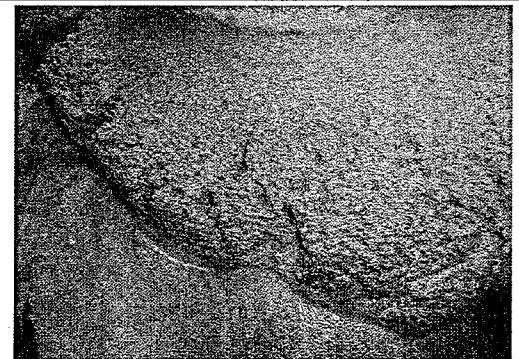


写真-1 1:5モルタルの分離状況

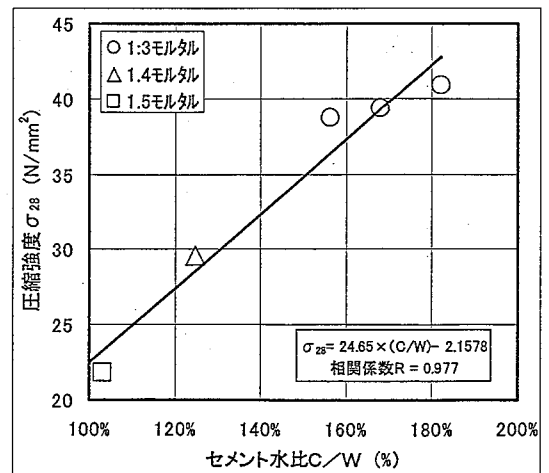


図-1 室内配合試験における28日強度

状態になった。この水分の抜け出しにより流動性が低下し、スランプフロー値も若干であるが、1：3及び1：4モルタルよりも小さな値を示した。

図-1には28日強度の測定結果を示すが、圧縮強度はコンクリートと同様にセメント水比(C/W)に比例して増加する傾向が認められた。また、発現強度はすべての試験ケースで20N/mm²以上示し、强度的には1：5モルタルでも適用可能性があることが確認された。

表-3 工場練・現場練敷モルタルの品質

配合名	目標供試体強度 σ_{28} (N/mm ²)	配合諸元				コンシステンシー		標準供試体圧縮強度 σ_{28} (N/mm ²)
		単位セメント C	単位水量 W	単位発生材量 SG	セメント水比 (%)	スランプ (7 μ -値) (cm)	7 μ -値 (cm)	
1:4工場練モルタル	14.0	368	295	1,472	125%	23.0	46.5	24.8
1:4現場練モルタル	14.0	368	295	1,472	125%	17.5	27.8	11.4

4. 試験施工による現場練敷モルタルの品質

(1) 試験方法・手順

試験施工に用いた配合は、発現強度、混合状況、コンシステンシー等を総合的に勘案し、表-3に示すように1：4モルタルとした。この1：4モルタルには、生コン工場からの購入が可能な『工場練』と将来目標としている施工現場近傍で製造する『現場練』の2種類の敷モルタルを用いるものとした。試験施工は実施工を想定し、下層打設2日後に屑・ゴミを除去する程度の清掃を行い、敷モルタルを擦り込み上層を打設する工程で実施した。試験施工では、擦り込みやすさを確認するとともに、各モルタルのコンシステンシーと強度を測定した。また、打継目の状況確認として、硬化後の構造体から採取した供試体を用いてせん断強度を測定した。

(2) 現場練モルタル製造方法

今回の試験施工では、現場練モルタルは、新たな機械、資材を極力搬入しないという目標から砂防CSG材の製造に用いる自走式攪拌機を用いて計量・一次混合を行い、アジテータ車で5分間二次混合を行い製造するものとした。

(3) 試験結果

現場練敷モルタルは、アジテータ車からの排出時に硬い状態であることが目視観察されるとともに、実際の擦り込み作業においても粘性が高く作業しにくい状態であった。実際のコンシステンシー測定値も、同一配合の工場練敷モルタルが室内配合試験結果より目安とした値を満足したにもかかわらず、スランプで17.5cm、スランプフロー値で27.8cmと小さい値を示し、コンシステンシーが設定以上に大きいことが確認された。

一方、現場練敷モルタルの発現強度は11.4N/mm²となり、目標とした14.0N/mm²を下回り、かつ工場練敷モルタルの約46%と小さい値を示した。このように同一配合でありながらも、現場練敷モルタルの品質は工場練敷モルタルの品質よりも著しく低いことが確認された。これは、製造方法だけでなく、表面水率の管理、計量精度などの影響と考えることができ、現場練敷モルタル使用時には、ばらつきを含めた発現品質及びその品質管理方法が課題となることが確認された。

なお、図-3に打継目におけるせん断強度測定結果を打継目の無い供試体での測定結果とあわせて示した。図-3より、せん断強度は敷モルタルの製造方法にかかわらず、打継目の無い場合概ね同じ傾向を示すことが確認され、せん断抵抗的には、今回の製造方法による現場練敷モルタルの実用可能性も残ることが確認できた。

5. 結論及び今後の課題

以上の室内配合試験及び試験施工結果より、次のような知見と課題を得た。

- ① 砂防CSG工法において貧配合敷モルタルの適用は可能と判断できる。現状では混合状態や作業性より、スランプは20cm程度以上、スランプフロー値は45cm程度以上の1：4モルタルが妥当と判断した。
- ② 現場練敷モルタルは実用化の可能性はあるが、今回の配合及び製造方法ではコンシステンシーや強度の確保が困難であったため、ばらつきが小さく所要の品質を確保できる製造方法等を含めて今後も検討が必要である。
- ③ 敷モルタルの機能として空隙部を埋めるなどの二次的な機能も確認されており、必要機能については今後も検討が必要である。

砂防CSG工法は、平成9年度の開発以来、顕在化した課題に対し、試験施工等を実施し解決に努めてきた。今後も打継目処理を含め砂防CSG工法が、より経済的かつ合理的な工法となるよう検討を進める所存である。

参考文献

- 1) 国分正胤;新旧コンクリートの打継目に関する研究,土木学会論文集8,p12,1950

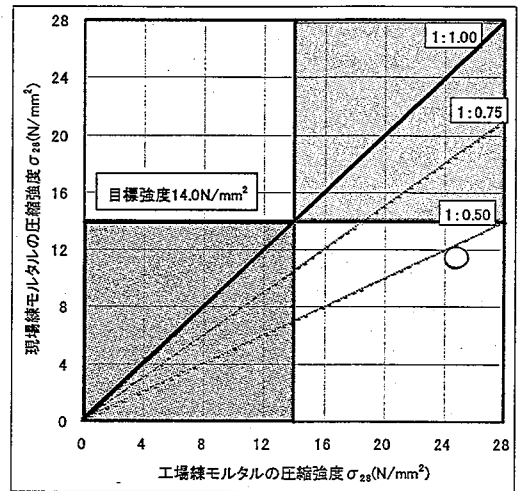


図-2 工場練・現場練敷モルタルの強度

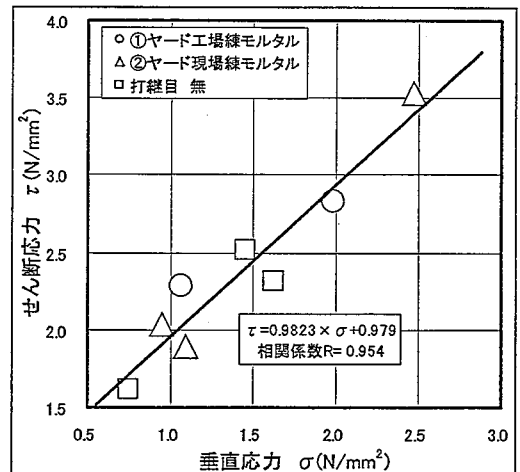


図-3 打継目におけるせん断強度