

## 傾斜配管を自然流下させたダムモルタルの流下特性

奥村組 正会員 ○廣中哲也 新出栄一  
 奥村組 正会員 戸澤清浩 正会員 小野 剛  
 奥村組 正会員 大松彰吾 正会員 石井敏之

### 1. はじめに

大規模コンクリートダムでは、モルタルとコンクリートをケーブルクレーン等の同一の設備で運搬しており、打込み割合がコンクリートの 1~2%程度と少ないモルタルの運搬によりコンクリートの運搬効率が低下している。そこで、モルタルの運搬を主運搬設備から切り離し、斜面を利用した専用配管によりモルタルを自然流下で製造地点から打込み地点のアジテータ車までの 100m 程度を運搬する方法を考案した。本稿では、コンクリートダムの既存モルタル配合を基本に実施した室内配合試験および模擬流下試験での流下可能な配合と品質管理の範囲、モルタル付着量および流量等の流下特性について報告する。

### 2. 試験概要

ダム現場 3 箇所でのモルタル配合を参考に選定した標準配合および使用材料を表 1 に示す。結合材に水和発熱抑制のためフライアッシュ置換率 30%の中庸熟ポルトランドセメントを使用し、流動性の調整を水結合材比または AE 減水剤添加率により実施した。表 2 に室内および模擬流下試験の試験要因、表 3 に測定項目、図 1 に模擬流下装置を示す。室内配合試験では、流下状況を目視観察するために直径 10cm の鋼管を半割りにした長さ 2.8m の傾斜水路を設け、容量 50L パン型強制練りミキサで製造したモルタルを 1 ケース 10L 流下させた。模擬流下試験では、直径 10cm、長さ 10.5m、勾配 45° 一定の傾斜配管を設け、容量 150L パン型モルタルミキサで製造したモルタルを 1 ケース 200L 流下させた。

### 3. 室内試験

図 2 にスランプコーンの違いによる水結合材比 W/B (単位結合材量 B は、単位セメント量 C と単位フライアッシュ量 FA の合計) とスランプフローの関係を示す。なお、同一水結合材比で 3 バッチ分の試験を実施した。水結合材比とモルタルのスランプフローには線形な関係が見られた。特に、水結合材比に対する変化の割合の大きいコンクリート用コーンによるスランプフローをフレッシュ時の品質管理に採用した。図 3 にモルタル標準配合

表 1 モルタル標準配合と使用材料

水結合材比 W/B* (%)	フライアッシュ置換率 FA/B* (%)	砂結合材比 S/B* (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				AE 減水剤 (B×%)
			水 W	結合材 B		細骨材 S	
				セメント C	フライアッシュ FA		
60	30	2.75	300	350	150	1360	0~1.5

【使用材料】  
 セメント：中庸熟ポルトランドセメント、密度 3.21g/cm<sup>3</sup>、(TS 社製)  
 フライアッシュ：JIS フライアッシュ II 種、密度 2.29g/cm<sup>3</sup>、七尾大田火力発電所 2 号機産  
 細骨材：桜川産硬質砂岩砕砕、密度 2.63g/cm<sup>3</sup>、粗粒率 2.73、吸水率 0.84%  
 AE 減水剤：変性リガニンスルホン酸化合物とセルロースエーテルの複合体 (BP 社製)  
 \*) 単位結合材量 (B)=単位セメント量 (C)+単位フライアッシュ量 (FA)

表 2 試験要因

要因	水準	
	室内流下試験	模擬流下試験
水結合材比	50~65%	60%
勾配	35°, 45°, 55°	45°
AE 減水剤量	B×0~1.5%	B×0~1.0%

表 3 測定項目

試験項目	方法
スランプフロー	JIS A 1150 コンクリート用コーン JIS A 1171 モルタル用コーン
ブリーディング率	JSCE-F 522 水入れ方法
流下時間	到達・終了時間
モルタル付着量	室内 配管からかき落とした重量 模擬 流下前後の重量差
圧縮強度	JIS A 1108
静弾性係数	JIS A 1149

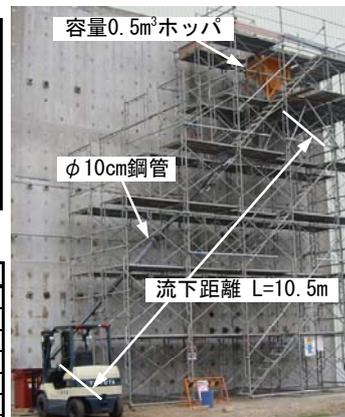


図 1 模擬流下装置

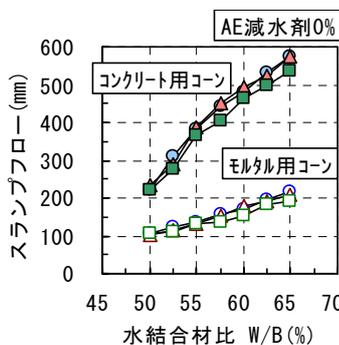


図 2 水結合材比とスランプフロー

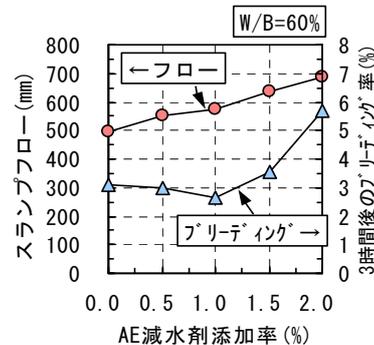


図 3 フローとブリーディング率

キーワード：モルタル，自然流下，流下特性，スランプフロー，付着量

連絡先：〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387 (株) 奥村組 技術研究所 TEL 029-865-1744 FAX 029-865-0782

(W/B=60%) のAE減水剤添加率を変化させた場合のスランプフローおよびブリーディング率を示す。AE減水剤添加率の増加に伴いスランプフローも増加しており、AE減水剤量によって流動性を調整できることが分かる。一方、ブリーディング率は、AE減水剤添加率が1.5%以上で増加傾向を示しており、添加率2.0%、スランプフロー700mmでは細骨材の材料分離が見られた。図4に水結合材比を50~65%に変化した場合のスランプフローと単位付着量を示す。配管勾配が大きくなるにしたがって単位付着量は減少している。配管勾配35°~55°の流下状況は、水結合材比57.5~65%のスランプフロー400mm以上で液体状に自然流下した。また、水結合材比50~55%のスランプフロー400mm未満では半割り管路を塊状で滑り落ち流下しなかったため、閉塞の可能性があると判断した。

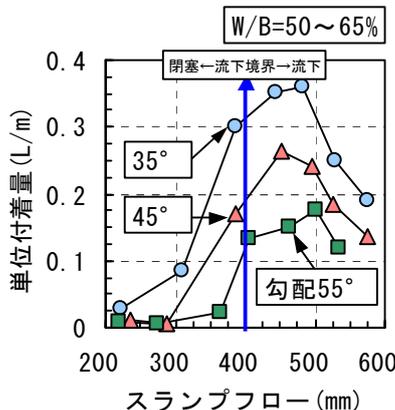


図4 スランプフローと単位付着量

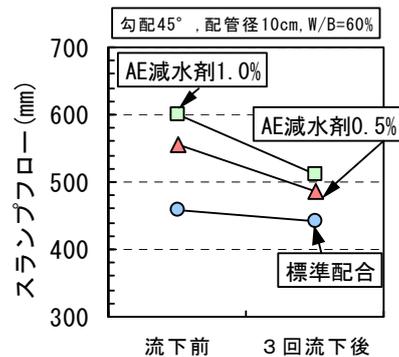


図5 流下前後のスランプフロー

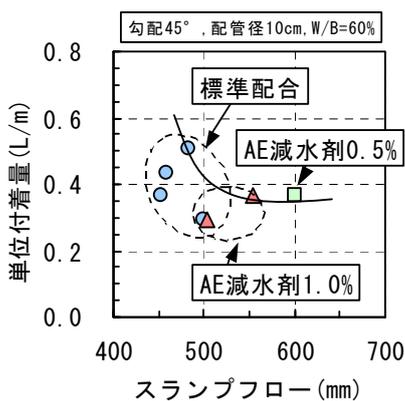


図6 スランプフローと単位付着量

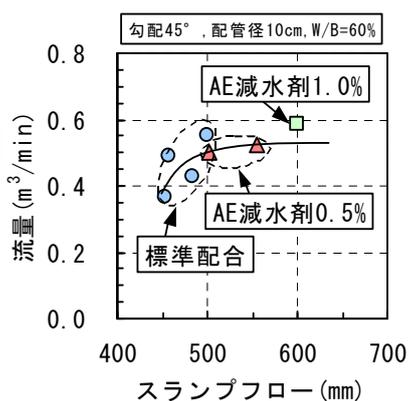


図7 スランプフローと流量

4. 模擬流下試験

配管勾配45° 配管径10cm、配管長10.5mの傾斜配管を3回流下した場合の流下前後のスランプフローを図5に示す。流下後のスランプフローは小さくなり、AE減水剤を使用した方の減少割合が大きくなっている。これは、AE減水剤のセメント分散成分が流下エネルギーにより消費されたものと考えられる。なお、AE減水剤使用配合の流下後のスランプは、標準配合の流下前より大きな値を示しており、施工性には問題ないものと考えられる。図6にスランプフローと単位付着量、図7にスランプフローと流量を示す。スランプフローの増加にしたがって単位付着量は減少し、流量は増加しており、スランプフロー550mm以上で単位付着量は0.35L/m程度、流量は0.5m³/min程度とほぼ一定の値を示している。そこで、流下状況からモルタルの管内流下断面高さを直径の0.4倍とし、単位周長当たりの単位付着量および単位断面積当たりの流量は一定の値を示すと仮定して算出した配管直径と推定単位付着量および推定流量を図8に示す。実施工ではケーブルクレーン等によるモルタルの1回当たりの往復運搬時間は10分程度であり、1回3m³のモルタルの流下時間を片道分の5分とした場合のモルタル流量は0.6m³/minとなり、所要の配管直径は約11cmで良いことが分かる。

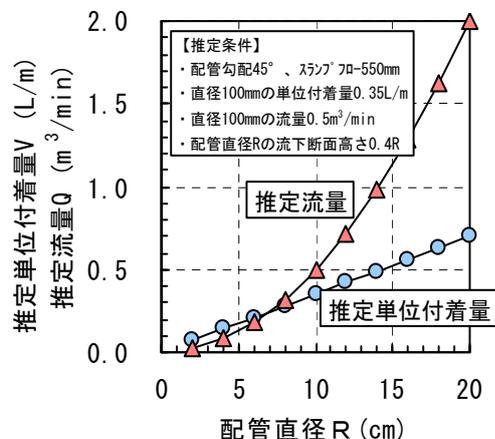


図8 推定単位付着量と推定流量

5. まとめ

- (1) 勾配35°~55°、直径10cm、管長2.8mの半割り傾斜配管では水結合材比57.5~65%のスランプフロー400mm以上のモルタルで自然流下し、700mm以上で細骨材の材料分離が見られた。
- (2) 勾配45°、直径10cm、管長10.5mの模擬流下試験によりスランプフロー550mm以上で単位付着量は0.35L/m程度、流量は0.5m³/min程度と一定の値を示すことを確認した。
- (3) 配管直径と推定単位付着量および推定流量の関係を算出し、実施工での流下設備の目安が得られた。