

V - 467

各種低発熱セメントを用いた高強度コンクリートの配合要因とフレッシュ性状

㈱大林組 技術研究所 ○正会員 三浦 律彦
 東京ガス㈱ 生産技術部 峯岸 孝二
 大成建設㈱ 技術研究所 正会員 大友 健
 三井建設㈱ 技術研究所 正会員 竹内 光

1. はじめに

近年、RC構造物の大型化に伴い、比較的マッシブなコンクリート構造物に高強度コンクリートが適用されるようになってきている。大型地下構造物の仮設土留め壁や本体の一部として使用される地下連続壁も、掘削土量の低減、工期短縮および工費削減などの観点から高強度化が進められるようになってきた¹⁾。一方、地下連続壁においては止水性も重要な特性となるため、高強度化によるセメント量の増加に起因する温度ひびわれの抑制や、高粘性による充填性低下の改善が重要な課題となっており、より低発熱で施工性に優れた高強度コンクリートが求められている。本報告は、低発熱で設計基準強度が700kgf/cm²の高強度コンクリートを地下連続壁に適用するための検討として、各種低発熱セメントを用いて実施した配合実験のうち、各種の配合要因が流動性や粘性などのフレッシュ性状に及ぼす影響を検討した試験結果の概要について報告する。

2. 実験の概要

(1) 使用材料と配合

使用材料を表-2に示す。セメントには中庸熱より発熱量を抑えたビーライト系低熱ポルトランドセメントと高炉系の混合セメントを2種類ずつ計4種類、また、混和剤にはポリカルボン酸系の高性能AE減水剤をそれぞれ用いた。また、粗骨材は京浜地区で比較的手が容易な良質の石灰岩碎石を使用した。

配合の検討要因としては、上記のセメントの種類^セ、単位水量、細骨材率、水セメント比を表-3に示す範囲で3～4水準に変化させ、フレッシュ性状に及ぼす影響を比較検討した。

(2) 試験項目と練混ぜ条件

フレッシュ性状の試験は、スランブフロー・空気量試験^メの他、フロー速度（スランブフロー50cmまでの広がり速度）及びロート流下時間（Oロート^ン、Vロート^ト）³⁾の使用）の計測で粘性や流動性の評価を試みた。コンクリートの練混ぜは100ℓ容量の2軸強制練りミキサで1バッチ60ℓとし、練り混ぜ時間はセメントと骨材を投入して30秒、水と混和剤を投入して3分と少し長めに設定した。

3. 実験結果と考察

3. 1 単位水量とフレッシュ性状の関係

W/C、s/a、混和剤添加率を一定とした時の、単位水量とスランブフロー、ロート流下時間（Oロート、Vロート流下時間がほぼ同じ値となったので両者の平均で表示）の関係を図

表-1 目標品質

項目	目標値	備考
スランブフロー	60 ± 5 cm	90分以上保持
空気量	3 ± 1 %	高強度を考慮
設計基準強度	700kgf/cm ²	材齢91日の圧縮強度
配合強度	930kgf/cm ²	水中打設の割増考慮

表-2 使用材料

種類	略号	名称	比重	摘要
セメント	B-1	ビーライト系低熱ポルトランドー1	3.22	比表面積=3,420cm ² /g C ₂ S = 53%, C ₃ S = 29%
	B-2	ビーライト系低熱ポルトランドー2	3.24	比表面積=3,390cm ² /g C ₂ S = 72%, C ₃ S = 9%
	MKC	マスコン型高炉B種	3.00	比表面積=4,070cm ² /g 高炉スラグ 56%混入
	FMKC	フライアッシュ混入マスコン型高炉B種	2.89	比表面積=3,910cm ² /g スラグ 50%, フライアッシュ 10%混入
粗骨材	G	石灰岩碎石	2.70	G _{max} = 25mm, 吸水率=0.31%
細骨材	S	山砂（君津産）	2.60	FM=2.53, 吸水率=1.53%
混和剤	SP	高性能AE減水剤	—	ポリカルボン酸系

表-3 配合上の検討要因と水準

配合要因	比較水準
セメント種類	B-1, B-2, MKC, FMKC
単位水量	140, 150, 160, 170kg/m ³ (150, 160, 170, 180kg/m ³)* ¹
細骨材率	34.0, 37.0, 40.0, 43.0 % (38.5, 41.5, 44.5, 47.5 %)* ²
水セメント比	25.0, 28.0, 31.0 %

*1) B-2 の場合, *2) B-1 の場合

ー1, 2に示す。単位水量が増加するとスランブフローやフロー速度は増大し、ロート流下時間は減少するが、その影響の程度は使用するセメントの種類や混和剤添加率の違いによって異なった。また、いずれの単位水量においても、MKCのロート流下時間はビーライト系のものより長くなり、粘性の相違が確認された。

3.2 最適な細骨材率の検討

単位水量、単位セメント量、混和剤添加率を一定とし、 s/a を4段階に変化させた場合の、単位粗骨材容積とスランブフロー、ロート流下時間の関係を図-3に示す。細骨材率が増加して粗骨材容積が減少するとスランブフローは減少したが、ロート流下時間においては最短となる細骨材率の存在が認められた。なお、その値はセメントの種類（比重や粉末度の違い）に基づくペーストの粘性の違いにより少し異なった。

3.3 水セメント比の影響

単位水量を一定として水セメント比を $28 \pm 3\%$ で変化させた場合、スランブフローを $60 \pm 5\text{cm}$ と一定にするのに必要な混和剤添加率は、セメントB-1で $-0.15 \sim +0.2\%$ 、B-2で $-0.45 \sim +0.4\%$ 、MKC、FMKCで $-0.15 \sim +0.3\%$ 程度変化し、セメントB-2が最も添加率が多くなった。また、いずれのセメントにおいても、水セメント比の低下にともないフロー速度は遅く、ロート流下時間は長くなる傾向が認められた。

図-4はこの場合のロート流下時間とフロー速度の関係を示したもので、両者の間に比較的良好な相関が認められた。また、 $60 \pm 5\text{cm}$ とほぼ同じスランブフローであっても、セメントの種類によってコンクリートの粘性の現われ方がかなり異なり、特にセメントMKCでは粘性がかなり高くなり、流動速度も著しく遅くなることが判明した。なお、強度試験や経時変化の結果については別報⁴⁾に示しているので参考にされたし。

4. おわりに

以上に示した実験結果より、使用するセメントの種類や配合により高強度コンクリートの施工性がかなり異なる場合があることが判明した。今後は、強度発現特性や発熱特性、耐久性などの硬化性状の検討を行い、基礎データの整備を進める予定である。

なお、本研究は東京ガス、鹿島建設、清水建設、大成建設、三井建設と大林組の6社共同研究の一環として実施したものである。

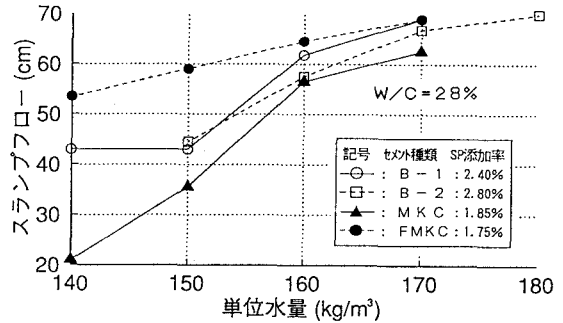


図-1 単位水量とスランブフローの関係

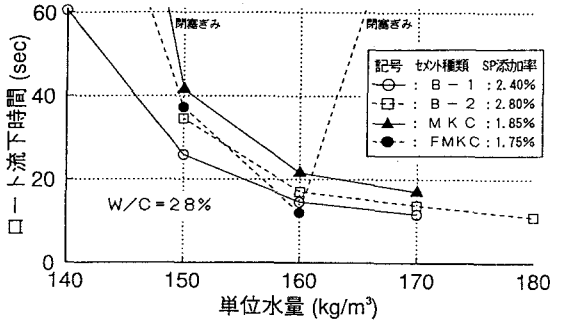


図-2 単位水量とロート流下時間の関係

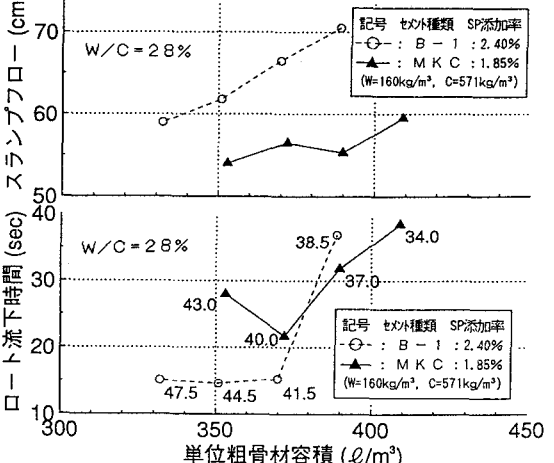


図-3 細骨材率がフレッシュ性状に及ぼす影響

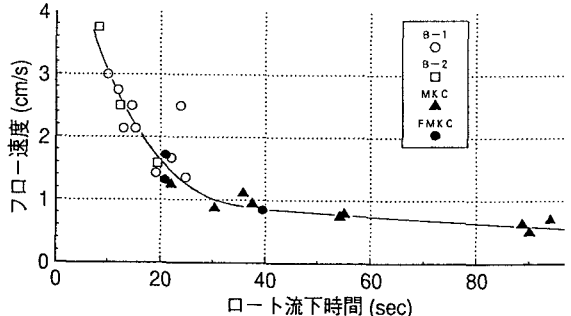


図-4 各種セメントの流下時間とフロー速度

- 【参考文献】 1) 例えば青木・横田時：白鳥大橋に樹3施工結果，土木学会第46回年次講演会V-317， 2)：同V-316， 3)：同第47回講演会V-268， 4) 溝淵・峯岸時：（別報）各種低発熱セメントを用いた高強度コンクリートのフレッシュ性状の経時変化，土木学会第48回年次講演会V-