

砕石・砕砂とカルシウムサルフェート系混和材を用いた高性能コンクリートの施工

— その1. コンクリートの品質と模型試験結果 —

電気化学工業 青海工場 正会員 三原 敏夫
 電気化学工業 青海工場 盛岡 実
 日本道路公団 試験研究所 正会員 緒方 紀夫
 日本道路公団 試験研究所 正会員 木曾 茂

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の施工の省力化、合理化や耐久性向上などを目的に、締固めを必要としない自己充填性を有するコンクリートの研究・開発が行われ多数報告されている。

本報告は骨材として流動抵抗の大きい砕石・砕砂を用い、混和材としてカルシウムサルフェート系混和材（以下CS）を使用した高性能コンクリートの、PC桁への施工を目的に行った品質試験および模型を用いた充填性・流動性試験結果について報告する。品質試験は日本道路公団（以下JH）で現在使用しているコンクリートのうち最も高い性能を有するP₂₋₂コンクリートと比較した。

2. 試験概要

2.1 使用材料

使用材料を表-1に、CSの化学組成を表-2に示す。なお、CSのIg. lossは構成鉱物の結晶水の脱水によるものであり、有機物は含有していない。

2.2 コンクリートの品質基準と模型供試体

施工構造物はプレストレストコンクリートのT型断面桁であり過密な配筋状態となっている。コンクリートの品質基準は、スランプ70 $\pm$ 5cm、空気量4.5 $\pm$ 1%、材齢3日圧縮強度380kgf/cm²以上かつ材齢28日圧縮強度590kgf/cm²以上である。充填性・流動性試験は図-1～3に示す3種類の模型供試体により、ポンプ車を用いてコンクリートを打込み、充填性と施工時の流動距離の検討を行った。

2.3 コンクリート配合

コンクリート配合は、室内試験により決定した配合を基本として、実機ミキサによる試し練りを行い決定した。表-3に高性能コンクリートの、表-4に品質比較に用いたP₂₋₂コンクリートの配合を示す。

表-1 使用材料

構成材料	材料名および特性値	
	高流動コンクリート	P ₂₋₂ コンクリート
セメント	早強ポルトランドセメント 比重=3.14, 比表面積=4500cm ² /g	
混和材	カルシウムサルフェート系混和材 比重=2.50, 比表面積=4050cm ² /g	—
混和剤	高性能AE減水剤 ポリカルボン酸系	AE減水剤 リグニンスルホン酸系
細骨材	長野県白田町勝間産 砕砂 比重=2.62, 吸水率=1.54% 粗粒率=2.57, 実積率=63.4%	
粗骨材	長野県佐久市安原産 砕石 比重=2.72, 吸水率=1.13% 粗粒率=6.90, 実積率=60.6%	
混練水	水道水	

表-2 CSの化学成分(%)

Ig. loss	Insol	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
22.5	0.1	0	0.1	3.0	30.8	0.1	47.3	2.4

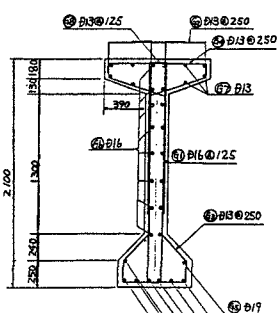
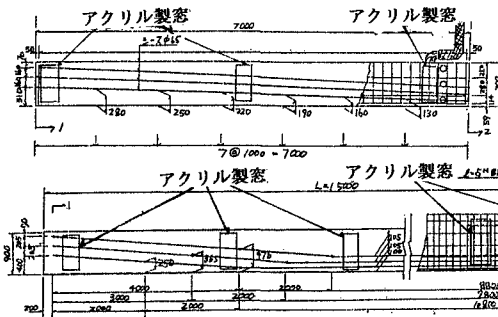
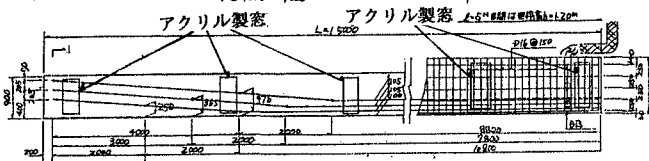
注: Ig. lossは結晶水の脱水であり、有機物は含有していない。

表-3 高性能コンクリートの配合

G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	CS	S	G	SPA	AE
25	34.5	47.0	159	437	23	759	888	16.1	0.11

表-4 P₂₋₂コンクリートの配合

G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	AE減水剤
25	42.6	40.0	166	390	697	1083	1.3

図-1 模型供試体1断面図
(長さ3m)図-2 模型供試体2側面図
(断面寸法700×700mm)図-3 模型供試体3側面図
(断面寸法200×1200及び200×900mm)

2. 4 品質試験方法

品質試験は高性能、 P_{2-2} コンクリートとも実機ミキサで練り混ぜたコンクリートを用い、JISもしくはJHの試験方法に準拠し測定した。

3. 試験結果

3. 1 高性能コンクリートの品質試験結果

図-4に出荷台数5車での高性能コンクリートのスランプフローおよび空気量の試験結果を示す。出荷時、現場到着時(練混ぜ20分後)、7 $^{\circ}$ テータ車での90分間経時変化試験において管理範囲内のフレッシュ性状が確認された。また、ポンプ圧送によるスランプフローは認めらず、空気量率は1.2~1.6%であり、打込み時は3.5%程度の空気量が確保された。

表-5に硬化コンクリートの品質試験結果を示す。高性能コンクリートの圧縮強度は材齢1日で366kgf/cm²、3日で553kgf/cm²、28日で690kgf/cm²であり、いずれの材齢においても P_{2-2} コンクリートに比べ高い強度を示した。これはCSの早強性・高強度性の効果によると考えられる。その他の品質は P_{2-2} コンクリートと比較し、クリ-7歪みは試験材齢10週以降ほぼ一定値で、材齢15週まで50~70%程度であった。材齢15週でのクリ-7係数は1.35となった。促進中性化試験結果は試験材齢93日において約1/3であり、静弾性係数と圧縮強度の関係は同等、長さ変化率、耐凍結融解試験結果は同等以上の性能が得られた。

3. 2 模型供試体への充填性、流動距離試験結果

写真-1に模型供試体1の出来形を示す。打込み速度は内部振動機を用いた P_{2-2} コンクリートと同速度であり、脱型後のコンクリート表面は巻き込みエ-跡が2~3ヶ所認められる程度であった。流動勾配は模型供試体1では流動距離3mに対して6.7%、模型供試体2では流動距離7mに対して6.7%、模型供試体3では打込み箇所から4.8m区間で6.7%、4.8~8.2mの間では27.4%であり、いずれの模型供試体においても流動距離5mの範囲で6~7%の天端水平性が確認された。

4. まとめ

骨材として碎石・砕砂を用い、混和材としてカルシウムサルフェ-系混和材を用いた高性能コンクリートの試験を行った結果、以下のことが明らかとなった。写真-1 模型供試体1出来形

- (1)出荷時、現場到着時、7 $^{\circ}$ テータ車での90分間経時変化試験において、良好なフレッシュ性状が確認された。
- (2)スランプフローの圧送率は認められず、空気量率は1.2~1.6%であり、打込み時は3.5%程度の空気量が確保された。
- (3)圧縮強度はいずれの材齢においても P_{2-2} コンクリートに比べ高い強度が得られた。これはカルシウムサルフェ-系混和材の早強性・高強度性の効果による考えられ、混和材の使用効果が確認された。
- (4)圧縮強度以外の硬化コンクリートの品質は、 P_{2-2} コンクリートに比べ同等もしくは同等以上の品質が確認された。
- (5)模型供試体への充填性は良好であり、仕上がり状況は巻き込み気泡跡が2~3ヶ所認められる程度であった。
- (6)模型供試体への流動試験では、流動距離5mの範囲で6~7%の天端水平性が確認され、実施工における打込み間隔のデータが得られた。

謝辞 本研究を実施するにあたり、「高性能コンクリートに関する技術検討会」委員長の東京大学、岡村教授ならびに委員各氏には貴重な御助言・御指導を戴きました。また、施工を担当した(株)ピー・エスの皆様には多大な御協力を戴きました。ここに深く感謝の意を表します。

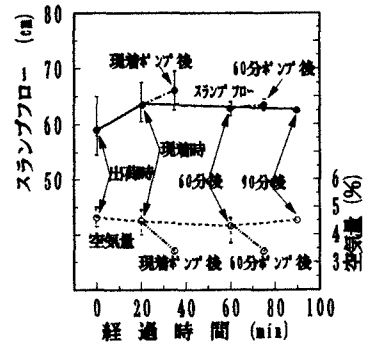


図-4 スランプフローと空気量の経時変化

表-5 硬化コンクリートの品質

試験項目	高性能	P_{2-2}
圧縮強度 (kgf/cm ²)		
材齢 1日	366	---
3日	553	359
28日	690	459
静弾性係数 (×10 ⁴ kgf/cm ²)		
材齢 3日	3.21	2.91
28日	3.93	3.51
長さ変化率 (×10 ⁻⁴)		
試験材齢 28日	-2.20	-1.66
64日	-3.26	-3.16
109日	-4.12	-4.10
凍結融解抵抗性 (%)	300サイクル	
	107	105
促進中性化 (mm)		
試験材齢 28日	1.0	2.9
93日	2.3	6.3
クリ-7歪み (×10 ⁻³)		
試験材齢 8日	125	185
30日	236	456
66日	341	489
107日	343	490

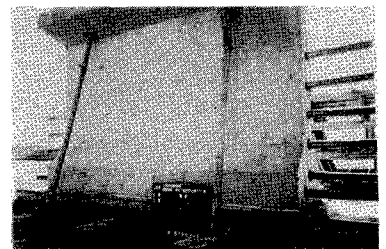


写真-1 模型供試体1出来形