

特殊混和剤系覆工用繊維補強中流動コンクリートの諸物性評価

鹿島建設 技術研究所 正会員 ○尾口 佳丈 坂井 吾郎
鹿島建設 新東名高速道路徳定トンネル工事事務所 正会員 居川 圭太
中日本高速道路 名古屋支社 豊川工事事務所 友納 邦雄

1. はじめに

近年、トンネル覆工コンクリートにおける施工性を改善し、品質を向上させることを目的に、覆工用中流動コンクリートが開発され¹⁾、実現場への適用が進んでいる。この覆工用中流動コンクリートは、高性能 AE 減水剤により流動性を付与し、石灰石微粉末等の粉体により材料分離抵抗性を付与したコンクリート(以下、粉体系中流動)である。しかし、市中のレディーミクストコンクリート工場においては、石灰石微粉末等の粉体を添加するための予備サイロを保有していることが少なく、また、1 工事のためにサイロを増設することはコストの面から困難である場合が多い。そこで、粉体を必要としない特殊混和剤を用いた覆工用中流動コンクリート(以下、特殊混和剤中流動)の諸物性について試験を行い、粉体系中流動と比較を行うことでその実用性を検討した。

2. 使用材料および配合

粉体系中流動および特殊混和剤中流動の使用材料を表－1に、配合を表－2に示す。特殊混和剤中流動では、分散性と増粘性を合わせ持つ混和剤(記号：VSP)を用い、流動性と同時に材料分離抵抗性を付与した。粉体系中流動の配合は、単位セメント量 300kg/m³、石灰石微粉末の添加により総粉体量を 380kg/m³とし、特殊混和材中流動は、繊維を混入することを考慮して単位セメント量を 350kg/m³とした。

3. 試験概要

フレッシュ性状の試験として、加振変形試験およびU形充填試験を実施した¹⁾。また、ブリーディング試験を JIS A 1123 に、凝結時間試験を JIS A 1147 に準拠し、環境温度 20℃で試験を実施した。硬化後の試験として、圧縮強度試験を JIS A 1108、静弾性係数試験を JIS A 1149 に、曲げ靱性係数試験を JSCE-G 552-2007_NEXCO 試験法条件に準拠して実施した。さらに、中性化深さ測定は JIS A 1152、乾燥収縮量は JIS A 1129-1 のコンパレータ方法に準拠して実施した。

表－1 使用材料

使用材料	記号	摘要
セメント	C	普通ポルトランドセメント，密度：3.16g/cm ³
混和材	LS	石灰石微粉末，密度：2.71g/cm ³
細骨材	S1	川砂，密度：2.64g/cm ³ ，吸水率：1.42%，粗粒率：2.74
	S2	砕砂，密度：2.65g/cm ³ ，吸水率：1.22%，粗粒率：2.78
	S3	川砂，密度：2.61g/cm ³ ，吸水率：1.33%，粗粒率：2.39
粗骨材	G1	碎石 2010(硬質砂岩)，密度：2.66g/cm ³ ，実績率：59.0%，吸水率：0.56%，
	G2	碎石 1505(硬質砂岩)，密度：2.66g/cm ³ ，実績率：59.0%，吸水率：1.01%，
混和剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物
	VSP	ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体
繊維	FB	ポリプロピレン，密度：0.91g/cm ³ ，長さ：47mm

表－2 コンクリート配合

配合	W/P (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)										
				W	C	LS	S1	S2	S3	G1	G2	SP (%)	VSP (%)	FB (%)
粉体系中流動	46.1	58.3	49.0	175	300	80	379	214	252	540	357	0.825	-	0.30
特殊混和剤中流動	50.0	50.0	49.0	175	350	-	387	218	258	551	365	-	1.00	0.30

※ AE：1.0A=C×0.001%， DA：1.0T=C×0.002%

キーワード 中流動コンクリート，加振変形，ブリーディング，凝結時間，曲げ靱性，中性化抵抗性
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL042-489-8014

4. 試験結果および考察

(1) 加振変形およびU形充填試験¹⁾

写真－1に、特殊混和剤中流動のスランプフローと振動台にて10秒間加振した後の状態を示す。また、加振変形試験の結果を図－1に示す。特殊混和剤中流動の方が繊維混入に伴うスランプフローの低下量は若干小さかったが、粉体系中流動、特殊混和剤中流動ともに繊維の分散性は良好であり、加振後のスランプフローも粉体系中流動が560mm、特殊混和剤中流動が565mmと同程度であった。また、振動後において顕著な水分やモルタルの先走り等は観察されず、材料分離は認められなかった。U形充填試験（障害なし）における充填高さは、粉体系中流動が326mmであったのに対し、特殊混和剤中流動は314mmであり、流動性・充填性においてはほぼ同等の結果であった。

(2) ブリーディング試験および凝結時間試験

ブリーディング試験および凝結時間試験結果を表－3に示す。特殊混和剤中流動のブリーディング量および凝結時間は、粉体系中流動と同程度の結果であった。ブリーディング量は一般的な覆工コンクリートと比較して少ない結果であったが、これは粉体系中流動については石灰石微粉末の添加が、特殊混和剤中流動については単位セメント量が多いことに加え、混和剤の増粘成分がブリーディング抑制効果を発揮したためと考えられる。

(3) 硬化物性試験

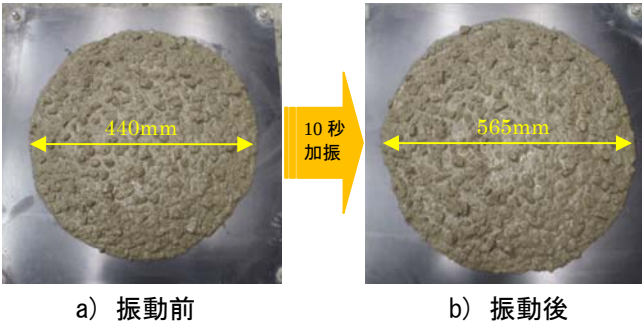
圧縮強度、静弾性係数、曲げ靱性試験、中性化速度係数および乾燥収縮試験の結果を表－4に示す。特殊混和剤中流動の静弾性係数および曲げ靱性係数は粉体系中流動と同程度であった。特殊混和剤中流動の圧縮強度が粉体系中流動と比べて1.2倍程度高く、中性化速度係数が1/2程度と小さいのは、水セメント比の違いによるものと考えられる。また、特殊混和剤中流動の乾燥収縮量に関しても、粉体系中流動とほぼ同程度であることが確認された。

5. まとめ

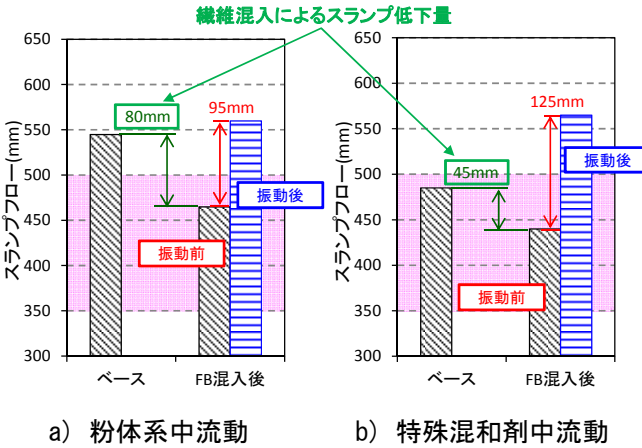
増粘性を持つ混和剤にて流動性と材料分離抵抗性を付与した特殊混和剤中流動が、粉体系中流動と同等のフレッシュ性状および硬化後の物性を有していることを各種物性試験により確認した。本試験結果より、特殊混和剤中流動は粉体系中流動と同様にトンネル覆工に適用することができ、品質向上に資するものと考えられる。

参考文献

1) 東・中・西日本高速道路株式会社：トンネル施工管理要領，2011.7
2) 坂井吾郎ほか：特殊な混和剤を用いたトンネル覆工用中流動コンクリートの開発，セメント・コンクリート，No.787，2012.9



写真－1 特殊混和剤中流動の加振変形試験



図－1 加振変形試験結果

表－3 ブリーディング量および凝結時間

配合	ブリーディング量 (cm ³ /cm ²)	凝結時間	
		始発 (分)	終結 (分)
粉体系中流動	0.084	415	592
特殊混和剤中流動	0.070	403	561

表－4 硬化物性試験結果

試験項目	粉体系中流動	特殊混和剤中流動
圧縮強度 材齢28日 (N/mm ²)	36.5	44.8
弾性係数 材齢28日 (kN/mm ²)	25.5	25.8
曲げ靱性係数 (N/mm ²)	1.53	1.59
中性化速度係数 (mm/√年)	16.4	7.2
乾燥収縮量 6ヵ月時点 (μ)	812	849