中流動コンクリートにおけるフレッシュ性状の品質安定に関する検討

飛島建設　土木事業本部　正会員　○平間　昭信
飛島建設　土木事業本部　正会員　柳森　豊
飛島建設　西日本土木支社　正会員　筒井　隆規
飛島建設　技術研究所　正会員　岡田　朋道
信越化学工業　合成技術研究所　正会員　山川　勉

１．はじめに

トンネル覆工コンクリートの施工において，締固め困難な天端部におけるコンクリートの密実性の低下，打重ね部の一体化不良などによる強度低下や，充填不足による背面空洞の発生などを解決する方法の一つとして，中流動コンクリートがある．東九州自動車道新津トンネルでは，中流動コンクリートをほぼ全線で適用し，平成 22 年 6 月より着手以来，10 ヶ月が経過して，全長 2,074m のほぼ半分である L＝1,000mの打設を完了している．これまでの施工を通じ，流動性，変形性が季節によって異なることが判明したため，標準期と夏期では配合変更を行った．

本稿では，環境温度の変化に伴う練上り温度の変化や，細骨材の表面水率が中流動コンクリートのフレッシュ性状の品質に及ぼす影響を低減することを目的として，微量添加した増粘剤の効果を，セメントペーストの粘度特性に着目して検証した結果を報告する．

２．実験概要

(1) 使用材料および配合

使用した材料を表－１に示す．今回の検討では，コンクリート配合から細骨材および粗骨材を除いたセメントペーストに対して，増粘剤の効果について粘度特性を指標として評価した．検討した配合は，表－２に示す標準期配合である．

(2) 実験要因および水準

実験要因と水準を表－３に示す．実験要因は，練上り温度の他に，細骨材表面水率を変化させ，表面水率の変動に対する増粘剤の効果についても検証した．

(3) 測定方法

粘度特性の測定は，図－１に示すレオメータを用いて行った．測定条件を以下に示す．

・ヒステリシスループ：ズリ速度 1 ～100 s^{-1}
・見掛け粘度：戻り曲線のズリ速度 5 s^{-1} の値
・降伏値：1 ～100 s^{-1} の範囲に対して Casson　plot を用いて算出

表－１　使用材料

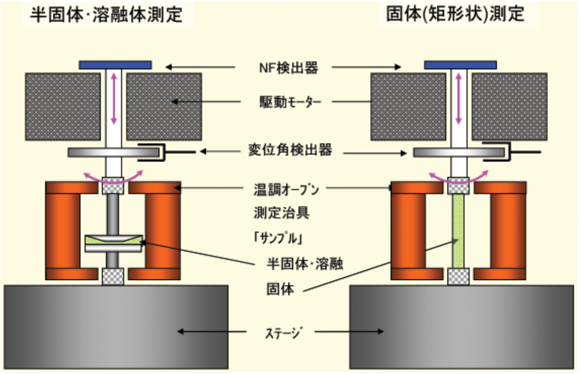
材料種別	記号	名称または産地，諸元
セメント	C	普通ポルトランドセメント，密度 3.15 g/cm^3
水	W	水道水
細 骨 材	S	田川市産砕砂，FM 2.66，密度 2.66 g/cm^3，吸水率 0.91%
粗 骨 材	G	田川市産砕石，Gmax 20mm，密度 2.70 g/cm^3，吸水率 0.32%
混 和 材	LS	石粉（石灰石微粉末），密度 2.72 g/cm^3
高性能 AE 減水剤	Ad	ポリカルボン酸エーテル系
増 粘 剤	Sc	セルロース系
有機繊維	F	ポリプロピレン繊維，40mm．密度 0.91 g/cm^3

表－２　中流動コンクリート配合

種別	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						
			W	C	LS	S	G	F	Ad
標準期	59.3	50.0	160	270	80	904	918	2.73	3.15
夏　期	59.6	52.0	170	285	90	915	859	2.73	3.56

表－３　実験要因および水準

実 験 要 因	水　　準
練上り温度	10℃，20℃，30℃
細骨材表面水率	表面水率 2%を基準として，±0.5%
増粘剤添加量	0g/m^3，20g/m^3，50g/m^3



図－１　レオメータ概略図

キーワード　：　山岳トンネル，覆工コンクリート，中流動コンクリート，増粘剤，粘度特性
連　絡　先　：　〒102-8332　東京都千代田区三番町２番地　飛島建設株式会社土木事業本部　TEL: 03-5214-7089

３．試験結果

(1) 練上り温度の変動に関する検討

練上り温度と見掛け粘度の関係を**図－２**に，練上り温度と降伏値の関係を**図－３**に示す．

いずれの図にも示すように，増粘剤を添加したケースでは，無添加に比べて，練上り温度の変動に伴う見掛け粘度および降伏値の変化量は小さく，練上り温度のフレッシュ性状に対する影響は，増粘剤を微量添加することにより緩和できる可能性が確認できた．

増粘剤を無添加のケースでは，練上り温度が 30℃ になるとセメントの水和反応が速まることから， 見掛け粘度および降伏値とも大きい値となっていると考えられる．これに対して，増粘剤を添加した場合，セルロースエーテルが有する凝結遅延性により， 高温下でセメントの水和反応が抑制されたために，見掛け粘度および降伏値が無添加より小さい値となったものと推察される．

以上のことから，増粘剤を添加することで，練上り温度の変動に対しては，その凝結遅延性により，フレッシュ性状の変動を抑制できる可能性が見出せた．

(2) 細骨材表面水率の変動に関する検討

細骨材表面水率と見掛け粘度の関係を**図－４**に，細骨材表面水率と降伏値の関係を**図－５**に示す．

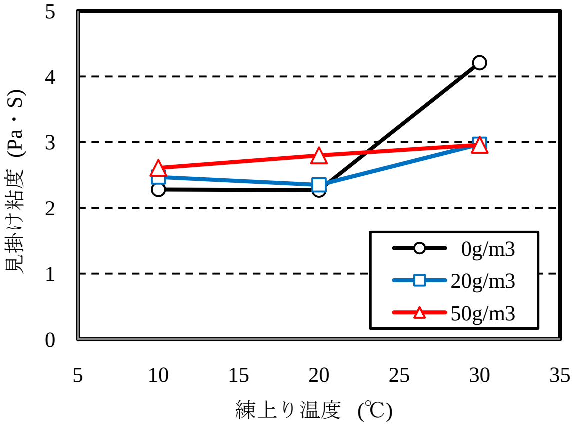
図に示すように，見掛け粘度および降伏値ともに，細骨材表面水率の変化に対して変動する．その変動は，増粘剤添加の有無に関係なく，細骨材表面水率を高く設定した場合が見掛け粘度，降伏値の変動は大きい．

今回の検討で使用した増粘剤については，増粘剤を 20 g/m^3 添加した場合では，無添加に比べて，細骨材表面水率の変動に対する粘度特性の変動は抑制されている結果となった．一方，50 g/m^3 添加した場合については，無添加より変動が大きい結果であった．

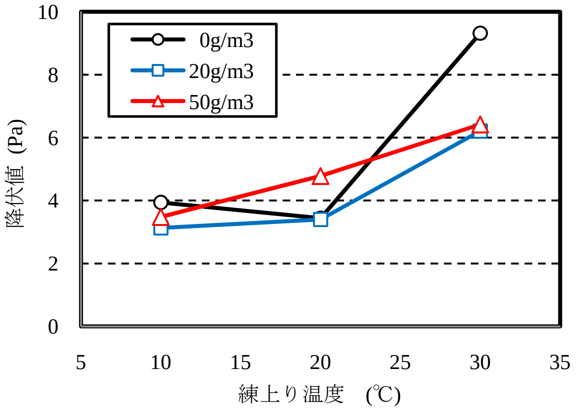
以上のことから，適量の増粘剤を用いることにより，細骨材表面水率の変動によるフレッシュ性状への影響を低減できる可能性が見出せた．しかしながら，適正な使用量を超えて添加する場合は，かえって変動が大きくなるため，増粘剤による表面水率の影響の低減効果については，増粘剤の性能（粘度など）など，更なる検討が必要である．

４．まとめ

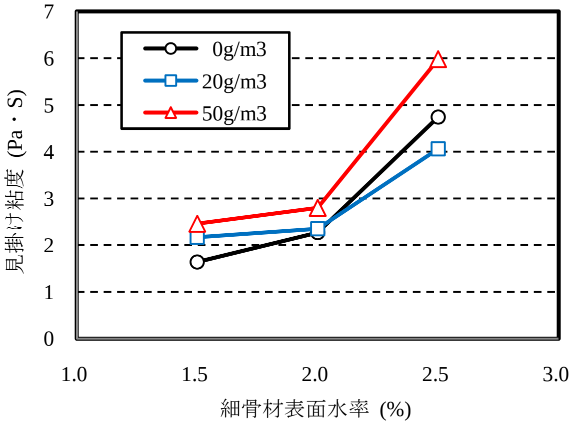
適正な添加量設定などの課題はあるものの，増粘剤を微量添加することで，中流動コンクリートのフレッシュ性状に対する練上り温度や，表面水率の変動の影響を抑制できる可能性を見出した．今後も検討を加えて，実施工を通じた新たな試みを行う予定である．



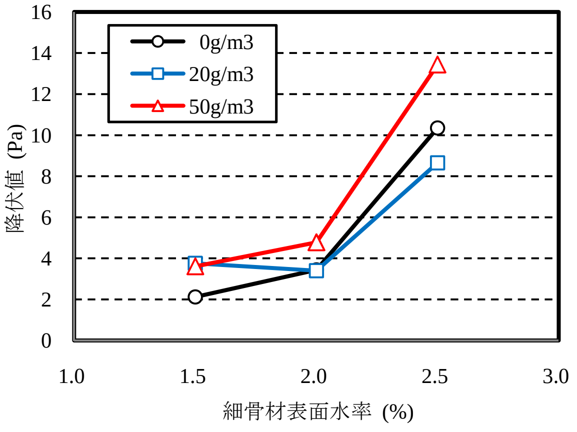
図－２　練上り温度と見掛け粘度の関係



図－３　練上り温度と降伏値の関係



図－４　細骨材表面水率と見掛け粘度の関係



図－５　細骨材表面水率と降伏値の関係