

尿素を用いたひび割れ低減コンクリートの配合選定試験

清水建設技術研究所 正会員 ○田中博一
清水建設 正会員 根本浩史 三島英将
九州旅客鉄道 正会員 野田宏昭
岡山大学 正会員 綾野克紀

1. はじめに

近年、土木学会「2007 年制定コンクリート標準示方書」や日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009」では、コンクリートの収縮に関する考え方が見直されており、コンクリートのひび割れ制御に対する関心が高まっている。筆者らは、尿素の高い水溶性と非揮発性に着目し、尿素コンクリートのひび割れ低減効果に関する研究を行っており、尿素コンクリートが温度ひび割れだけでなく、乾燥収縮ひび割れに対しても効果があることを明らかにした^{1),2)}。

本報告では、実構造物に尿素コンクリートを適用する際に、尿素の混入量、粗骨材の種類を要因として実施した配合選定試験について述べる。

2. 試験概要

2. 1 要因と水準

要因と水準を表-1 示す。要因は尿素混入量および粗骨材の種類とした。粗骨材の種類は、石灰石碎石と安山岩碎石を質量比 4:6 で混合した混合粗骨材と石灰石粗骨材のみを用いたものの 2 水準とした。U0(混合)は、実施工で使用するレディーミクストコンクリート 30-12-20N に対する標準配合であり、乾燥収縮をさらに低減する目的で、石灰石粗骨材のみを用いた場合についても検討した。

2. 2 使用材料および配合

使用材料を表-2、配合を表-3 に示す。尿素は水に溶解して液体の容積が増加するので、同一スランブを得るために尿素の容積分だけ単位水量を減少させた²⁾。また、はく落防止対策として、ポリプロピレン製の短繊維を混入率 0.05% (455g/m³) として用いた。短繊維混入前のスランブおよび空気量の目標値は 12±2.5cm および 4.5±1.5%とした。

表-1 要因と水準

記号	尿素混入量 (kg/m ³)	粗骨材の種類
U0(混合)	0	混合粗骨材 (石灰石+安山岩)
U20(混合)	20	
U30(混合)	30	
U0(石灰石)	0	石灰石粗骨材 (石灰石)
U20(石灰石)	20	
U30(石灰石)	30	

表-2 使用材料

材料	記号	仕様
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	U	尿素 密度1.32g/cm ³
細骨材	S	山砂 表乾密度2.60g/cm ³ 吸水率2.71% FM2.53
粗骨材	G1	石灰石碎石 表乾密度2.70g/cm ³ 吸水率0.50% Gmax20mm
	G2	安山岩碎石 表乾密度2.65g/cm ³ 吸水率0.51% Gmax20mm
混和剤	Ad	AE減水剤
合成短繊維	PP	ポリプロピレン繊維 密度0.91g/cm ³ 形状 換算直径0.0648mm×12mm

表-3 配合

記号	W/C (%)	(w+u)/c 容積比 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
				W	C	U	S	G1	G2
U0(混合)	46.9	1.49	43.0	168	358	0	754	410	615
U20(混合)	42.7			153		20			
U30(混合)	40.5			145		30			
U0(石灰石)	46.9	1.49	43.4	165	352	0	766	1037	-
U20(石灰石)	42.6			150		20			
U30(石灰石)	40.3			142		30			

2. 3 測定項目

測定項目は、スランブ (JIS A 1101)、空気量 (JIS A 1128)、温度 (JIS A 1156)、圧縮強度 (JIS A 1108) および乾燥収縮 (JIS A 1129) とした。スランブ、空気量および温度は、短繊維混入前に測定した。圧縮強度および乾燥収縮は短繊維混入後のコンクリートを用いて測定した。

キーワード 尿素、石灰石、乾燥収縮、ひび割れ
連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL03-3820-6970

3. 結果および考察

3. 1 フレッシュ性状

スランプを図-1、コンクリート温度を図-2に示す。スランプは尿素的の混入量によらず、所定の範囲を満足する結果となった。コンクリート温度は、尿素混入量 $20\sim 30\text{kg/m}^3$ で普通コンクリートより $2^\circ\text{C}\sim 3^\circ\text{C}$ 低下した。これは、練混ぜ時の尿素と水の吸熱反応による温度低減効果であると考えられる。なお、空気量はいずれについても目標範囲を満足した。

3. 2 圧縮強度

圧縮強度を図-3、図-4に示す。ばらつきはあるものの、尿素コンクリートの圧縮強度は普通コンクリートとほぼ同等であった。尿素コンクリートでは、尿素的の容積分だけ単位水量を減少させるので、水セメント比は小さくなるが、水と尿素を合わせた液体の容積は普通コンクリートの水の容積と同等であるため、尿素が圧縮強度に与える影響は小さいものと考えられる。

3. 3 乾燥収縮

乾燥期間 182 日後の乾燥収縮ひずみを図-5に示す。乾燥収縮ひずみは、粗骨材の種類によらず、尿素混入量の増加に伴いほぼ直線的に小さくなった。尿素による乾燥収縮ひずみ低減効果は、尿素混入量 20kg/m^3 の場合で約 15%、尿素混入量 30kg/m^3 の場合で約 20%であった。さらに、尿素および石灰石粗骨材を用いることで、乾燥収縮ひずみは 500×10^{-6} 以下となり、標準配合である U0 (混合) と比較して乾燥収縮ひずみは著しく低減した。

4. まとめ

実施工に適用する配合は、図-5 より尿素と石灰石を併用することで十分な収縮低減効果を期待できること、尿素は製造時にミキサ内に手投入するので、投入手間を省力化するために混入量を極力少なくしたいことなどを総合的に判断し、尿素混入量 20kg/m^3 で石灰石粗骨材を用いた U20 (石灰石) を選定した。

参考文献

- 1) 綾野克紀、Mwaluwinga, S., 亀高誠治、阪田憲次：高流動コンクリートの水和熱低減に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17、No.1、pp.87-92、1995
- 2) 河井徹、阪田憲次：尿素を用いたコンクリートの諸特性、コンクリート工学年次論文集、Vol.29、No.1、pp.639-644、2007

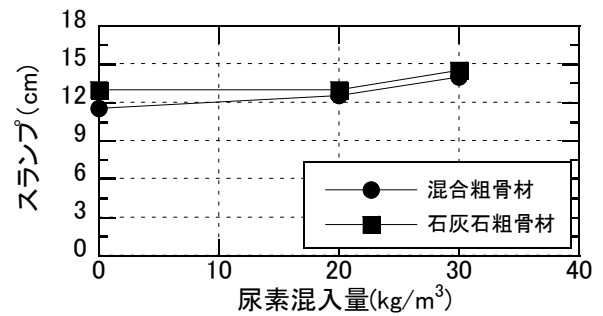


図-1 スランプ

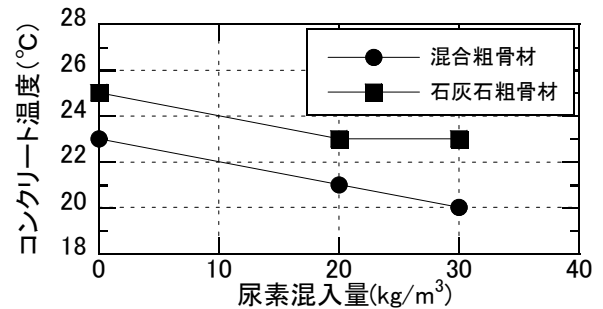


図-2 コンクリート温度

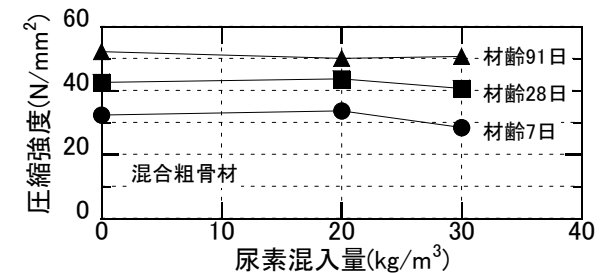


図-3 圧縮強度 (混合骨材)

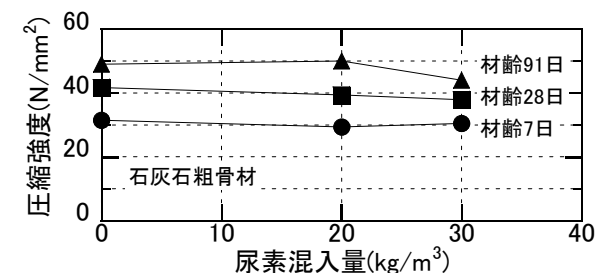


図-4 圧縮強度 (石灰石骨材)

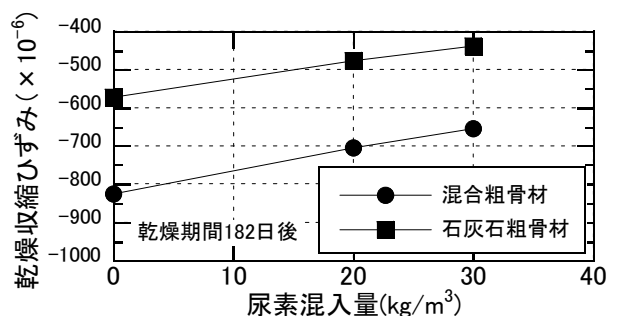


図-5 乾燥収縮ひずみ