

尿素とフライアッシュを混入したコンクリートの基礎的検討

高知高専専攻科 学生会員 ○山本 修大 和歌山高専 正会員 三岩 敬孝
高知高専 正会員 横井 克則, 近藤 拓也 阿南高専 正会員 堀井 克章

1. はじめに

高い水溶性, 保水性, 吸熱性, 非揮発性などを有する尿素を用いたコンクリートについて検討を行った. 尿素コンクリートは単位水量の低減により乾燥収縮の抑制に効果があり¹⁾, 尿素は収縮低減剤や膨張材よりも安価であるのが特徴である. 本研究では, 乾燥収縮の抑制に効果があり, 利用拡大が望まれるフライアッシュを尿素と併用したコンクリートの基礎性能について検討を行った.

2. 使用材料および実験方法

表 1 配合表

本研究で用いたコンクリートの配合表およびフレッシュ性状を表 1 に示す. なお, 配合表の N は普

配合名	W/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤(cc/m ³)		フレッシュ性状	
				W	U	C	FA	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE調整剤	スランプ(cm)	空気量(%)
								砕砂	砕石				
N60	60	60	48	170	0	283	0	855	944	849	708	5.5	4.0
N60U10	54	54		153	22							6.0	5.0
N60U20	48	48		136	45							8.0	5.5
N60U10FAⅣ20	68	58		153	22	226	38	41	1132	708	9.5	4.0	
N60U10FAⅡ20		57					10.0				5.0		
N60U20FAⅡ20		60					51				136	45	9.0

通セメント, U は尿素(密度 1.32g/cm³, 20℃溶解度 108g/100ml), FA II はフライアッシュ II 種(密度 2.29g/cm³, 比表面積 3260cm²/g), FAIV はフライアッシュ IV 種(密度 2.20g/cm³, 比表面積 1780cm²/g)を示し, 配合名で U と FA の右の数字がそれぞれの置換率である. 尿素は水の容積, フライアッシュはセメントの容積で置換を行った. セメントは普通セメント(密度 3.15g/cm³, 比表面積 3330cm²/g)を使用し, 細骨材(密度 2.58g/cm³, 吸水率 1.67%)および粗骨材(密度 2.63g/cm³, 吸水率 0.86%)は高知市春野町産の硬質砂岩砕砂および砕石を用いた. 混和剤にはリグニンスルホン酸系 AE 減水剤および AE 調整剤を使用した. フレッシュコンクリート試験として, スランプ試験および空気量試験を行った. また, 硬化コンクリート試験として, 圧縮強度試験, 長さ変化試験, 促進中性化試験, 凍結融解試験および塩水浸漬試験を行った.

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図 1 に示す. 尿素を置換していない N60 と尿素のみを置換した配合を比較すると, 尿素のみを置換した配合は N60 よりも 28 日強度までは若干低くなった. これは尿素を置換することで強度発現に寄与する水の減少, 尿素による凝結遅延²⁾によって初期強度が低下したためと考えられる. しかし, 材齢 182 日の強度での差は小さくなっており, 尿素を置換することで水セメント比は小さくなるが, 水に尿素を溶解した尿素水の容積と水のみの容積は同じであるため, 尿素が圧縮強度に与える影響は小さいと示された報告²⁾と同様な結果となった. また, 尿素的置換率が増加するにつれて強度が低下する傾向が確認できた. 次に, FA を置換した配合では長期にわたって強度が増進したが, FA を置換していない配合より強度は低下した. これは FA をセメント置換で使用した影響が一因と考えられる.

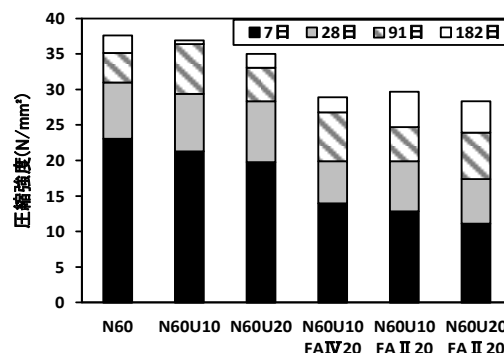


図 1 圧縮強度試験結果

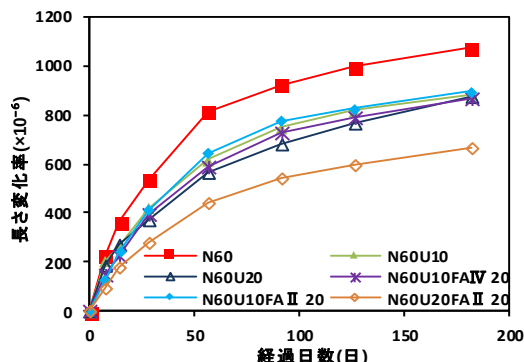


図 2 長さ変化試験結果

キーワード 尿素, フライアッシュ, 圧縮強度, 乾燥収縮, 中性化, 凍結融解抵抗性

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 TEL088-864-5582

3.2 乾燥収縮

長さ変化試験の結果を図2に示す。尿素を置換した配合はN60よりも乾燥収縮が20%以上低減された。これは尿素を置換することで単位水量が減少したことと、尿素が非揮発性で水分の逸散が抑制されたためと考えられる¹⁾。そして、尿素とFAを併用することで尿素のみを置換した配合よりも乾燥収縮が低減された。尿素とFAを併用した配合ではスランプが大きく、強度も小さいためコンクリートが緻密ではないと推測される。そのため、内在水分の表面張力が低下し、乾燥収縮が低減されたと考えられる。

3.3 中性化

促進中性化試験の結果を図3に示す。尿素のみを置換した配合はN60よりも中性化深さが小さくなった。既往の研究では尿素が非揮発性で水分が逸散しにくいことで、コンクリート中の含水率が高くなり、コンクリートの表面透気指数が低下するとの報告がある³⁾。このことからコンクリートへの二酸化炭素の侵入が抑制され、尿素を置換することで中性化の進行が抑制されたと考えられる。また、FAを置換した配合はセメント置換しているため、N60よりも中性化深さが同等かそれ以上になった。

3.4 凍結融解抵抗性

凍結融解試験における相対動弾性係数を図4に示す。尿素のみを置換した配合はN60と同等の耐凍害性を有していた。しかし、尿素とFAを併用した配合は150サイクルまでに低下した。さらに、尿素とFAを併用した配合は初期強度が小さいため、水中養生期間を3ヶ月に延長した供試体(配合名の最後にLがつくもの)で再度実験を行ったが、こちらも150サイクルまでに低下した。これは、FAが混入することで耐凍害性に有利とされる微細な気泡が出来づらくなったためと考えられる⁴⁾。

3.5 塩分浸透性

3%濃度の塩水に浸漬させた供試体の表面から約10mmまでの深さで試料を採取した。塩水浸漬試験における塩化物イオン量の結果を図5に示す。尿素のみを置換した配合はN60とほぼ同等となった。また、FAⅡを置換した配合ではFAⅡを置換していない配合よりも塩化物イオン量が低減された。これは試験期間中に湿潤状態であったためポズラン反応が進行し、コンクリートの内部組織が緻密化したと考えられる。

4. まとめ

- 1) 尿素のみを置換した配合は置換率が20%までであれば基礎性能は普通コンクリートと同等となった。
- 2) 尿素とFAを併用した配合は乾燥収縮以外の基礎性能が主にFAをセメント置換したことで低下した。

謝辞：本研究はJSPS科研費JP17K06526の助成を受けたものです。ここに付記し、感謝いたします。

参考文献

- 1) 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
- 2) 田中博一，河井徹，野田宏昭，綾野克紀：尿素を用いた低収縮コンクリートの実構造物への適用，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.491-496，2011
- 3) 田中博一，綾野克紀：尿素を用いたコンクリートのひび割れ低減技術，コンクリート工学論文集，Vol.52，No.4，pp.303-308，2014
- 4) 西祐宜，高田良章，全洪珠，嵩英雄：耐久性改善剤を用いたフライアッシュコンクリートの耐久性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.201-206，2014

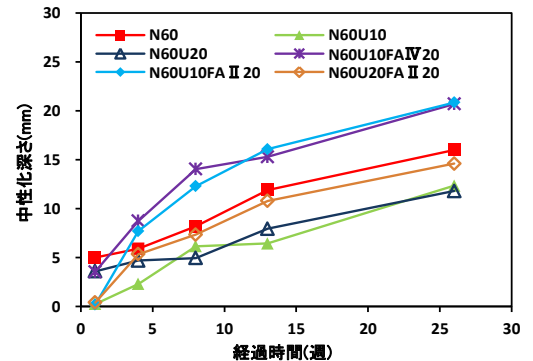


図3 促進中性化試験結果

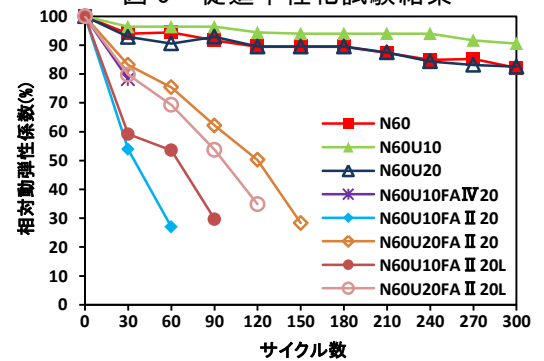


図4 凍結融解試験結果

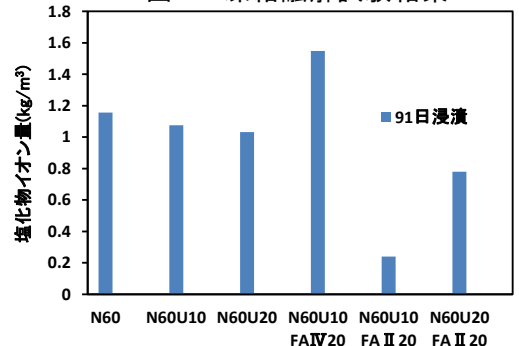


図5 塩水浸漬試験結果