

尿素を後添加したコンクリートの基礎物性（実機試験練り）

清水建設（株） 正会員 ○朱 純亮 正会員 久保 昌史 正会員 田中 博一
 東京電力リニューアブルパワー（株） 正会員 山口 敏康
 岡山大学 フェロー会員 綾野 克紀

1. はじめに

尿素はコンクリートに添加する（以下、尿素コンクリート）ことで乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れへの抑制効果が期待できる。筆者らはアジテータ車に尿素を後添加する場合を想定し、室内試験練りにより尿素を後添加したコンクリートの基礎物性を確かめた。本稿では引続き実施した実機での試験練り結果について報告する。

2. 実機試験練り概要

2.1. 実機試験練り方法

実機試験練りは、プラントで尿素溶解分の水量を減らしたコンクリートを練り混ぜ、アジテータ車に投入し60分後に尿素を後添加した。試験水準は尿素を後添加しない基準配合(P)と尿素混入量を $20\text{kg}/\text{m}^3$ (U20)、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ (U30)とする場合(表1)である。また、U20およびU30において表2の方法で尿素を投入し、投入方法の影響を検討した。1バッチの練混ぜ量を 2m^3 とし、アジテータ車には 4m^3 投入した。

2.2. 使用材料および試験配合

使用材料および配合を表1に示す。尿素を後添加することで尿素コンクリートの液体の容積が増加するため、プラントで練混ぜ時は、P配合をベースとしてU20とU30配合の単位水量を一定割合で減少させた。目標スランプは $12\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量は $4.5\pm 1.5\%$ とした。

2.3. 試験項目

2.3.1. フレッシュ性状および圧縮強度試験

Pは練上り後および60分後、U20およびU30は練上り後、60分後および後添加後に、コンクリート温度(JISA1156)、スランプ(JISA1101)、空気量(JISA1128)の試験を行った。圧縮強度(JISA1108)試験体は測定材齢まで封緘養生を行った。

表1 配合表

記号	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)					
		水 W	セメント C	尿素 U	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 Ad
P	57.0	169	297	0	935	927	3.27
U20	51.9	154	297	20	935	927	3.27
U30	49.2	146	297	30	935	927	3.27

表2 尿素顆粒投入方法

案	項目	方法
1	小分け投入	1袋(20kg)ずつ投入し、それぞれドラムを60秒高速回転させ性状を確認する。
2	一括投入	必要分(U20は60kg, U30は80kg)まとめて投入し、60秒, 120秒, 180秒, 240秒高速回転させそれぞれの性状を確認する。

2.3.2. 均一性試験

後添加した尿素が均一に混ざらず同一アジテータ車内で品質のバラツキが生じる懸念があるため、U20およびU30においてそれぞれ表2の方法で尿素を投入し、最初に排出されたコンクリートおよび残り約 0.5m^3 におけるコンクリートでスランプ空気量を測定し均一性を確認した。

2.3.3. 簡易断熱温度上昇試験

周囲を発泡スチロールで断熱し温度計(熱電対)を設置した1辺90cmの直方体の試験体(図1)に、尿素コンクリートを打込み、試験体内部のコンクリート温度を10分ピッチで18日間連続して測定した。

3. 試験結果

3.1. スランプ

図2にスランプの経時変化を示す。U20, U30のスランプは練上り直後で $3.0\sim 8.0\text{cm}$ であり、U30は練混ぜ後ホッパーからの自動排出が困難であった。60分後のスランプは $1.5\sim 4.5\text{cm}$ になったが、尿素を

キーワード：尿素、後添加、乾燥収縮、コンクリート温度

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 Tel. 03-3561-3915 Fax. 03-3561-8673

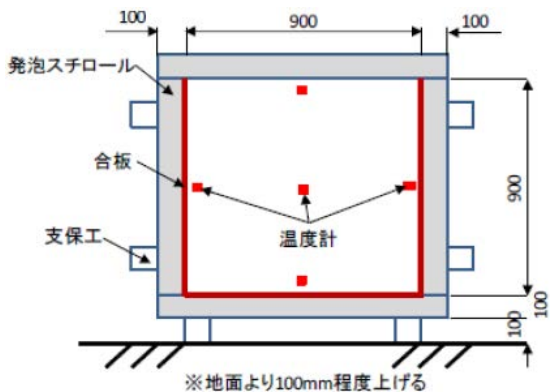


図 1 簡易断熱温度上昇試験体

後添加することで全てのケースでスランプが回復し、基準範囲内になった。

3.2. 空気量

空気量の経時変化を図 2 に示す。全てのケースで空気量は基準範囲内であった。U20, U30 では、尿素後添加時に攪拌する時間が長い程、空気量が増加する傾向が見られた。

3.3. コンクリート温度

図 2 にコンクリート温度の経時変化を示す。U20, U30 では尿素添加量にかかわらず、2°C程度低下した。

3.4. 均一性

均一性試験結果を図 3 に示す。U20 および U30 いずれにおいても、アジテータ車から最初および残り 0.5m³ で排出されたスランプと空気量はほぼ同等であり、尿素を後添加しても品質にばらつきはなく均一であることが確認された。なお U30 については一括投入で実施した。

3.5. 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図 4 に示す。U20-2 および U30-2 については、P と比較して約 10%低下する結果となった。一方、U20-1 については、P と比較してほぼ同等となった。尿素の後添加が圧縮強度に与える影響は小さいものと考えられる。

3.6. 簡易温度上昇試験

内部最高温度およびその材齢を表 3 に示す。尿素投入方法による温度の違いは見られず、また尿素添加量が多いほど温度は低下した。最高温度を示す材齢は、尿素添加量が多いほど長くなった。

4. まとめ

今回、尿素を 20kg/m³, 30kg/m³ 後添加した尿素コンクリートの各物性値を比較した。

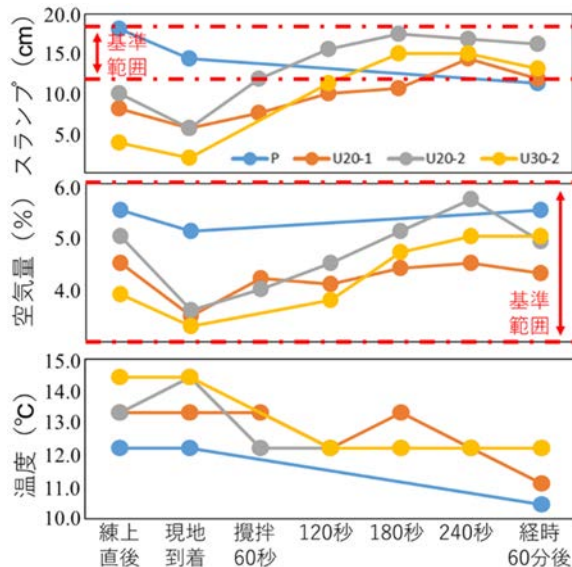


図 2 性状試験結果

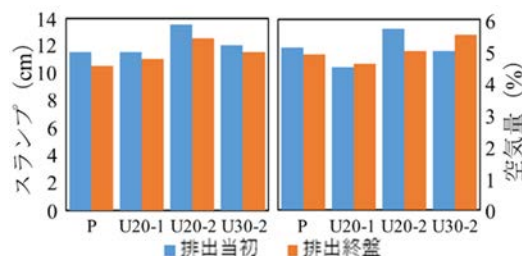


図 3 均一性試験結果

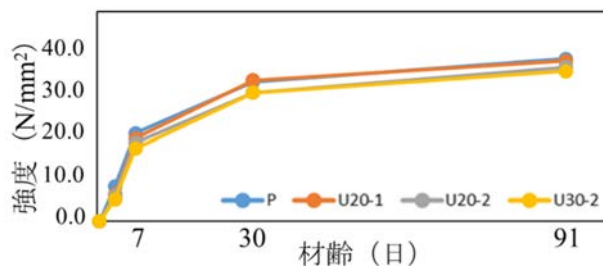


図 4 圧縮強度試験結果

表 3 内部最高温度およびその材齢

	内部最高温度 (°C)	内部最高温度を示す材齢(日)
P	44.0	2.77
U20-1	43.0	3.04
U20-2	42.8	3.04
U30	41.8	3.36

その結果、尿素を後添加しても、アジテータ車内のコンクリートは 2~3 分ほど攪拌すれば均一に練り混ぜり、スランプと空気量は基準範囲内に回復することがわかった。また、圧縮強度は若干下がった。なお、今回の試験を通して現場では効率性を考慮して、20kg/m³ の尿素を一括投入することが妥当だと判断される。今後も引き続き、現場での後添加の可能性について検討していく。