

尿素を後添加したコンクリートの基礎物性（室内試験練り）

清水建設（株）
東京電力リニューアブルパワー（株）
岡山大学

正会員
正会員
フェロー会員

○久保 昌史 正会員 朱 純亮 正会員 田中 博一
山口 敏康
綾野 克紀

1. はじめに

尿素は高い水溶性や非揮発性、溶解時の高い吸熱反応性をもち、尿素をコンクリートに添加する（以下、尿素コンクリート）ことで、単位水量の低減や、練り上がりのコンクリートの水和熱低減が可能となる。これにより、乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れに対して効果があり、RC ラーメン高架橋などで適用されている¹⁾。

従来はプラントで尿素を添加していたが、現場でアジテータ車に尿素を後添加することができれば汎用性が高くなると考えられる。

本稿では尿素後添加による尿素コンクリートの基礎物性を確認するために実施した室内試験練りの結果について報告する。

2. 試験方法

2.1 要因と水準

要因と水準を表-1 に示す。尿素投入時期は従来の練混ぜ時および後添加を想定した練上り 30 分後、尿素投入形態は従来の尿素顆粒および尿素飽和水溶液とした。後添加する場合には、ミキサ内に所定の形態の尿素を投入し 60 秒間練り混ぜた。なお、N は 24-12-20N に対する標準配合である。

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。尿素を用いる場合、尿素（密度 1.32g/cm^3 ）が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的容積分（尿素 20kg であれば水 15kg ）だけ減少させた。また、尿素的溶解度は 20°C の水 100g に対して尿素顆粒 108g である。よって、尿素飽和水溶液を後添加する U3 では練混ぜ時の単位水量を $20(\text{kg/m}^3)$ 減少させた。

2.3 試験項目

試験項目は、スランブ（JIS A 1101）、空気量（JIS A 1128）、温度（JIS A 1156）、ブリーディング（JIS

表-1 要因と水準

記号	尿素混入量 (kg/m^3)	尿素投入時期・形態
N	0	—
U1-20	20	練混ぜ時に尿素顆粒
U1-30	30	練混ぜ時に尿素顆粒
U2	20	30 分後に尿素顆粒
U3	20	30 分後に尿素飽和水溶液

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 ，比表面積 $3240\text{cm}^2/\text{g}$ ）
細骨材	S1	石灰砕砂 表乾密度 2.66g/cm^3 ，FM3.38
	S2	山砂 表乾密度 2.60g/cm^3 ，FM2.14
粗骨材	G	石灰砕砂 表乾密度 2.70g/cm^3 ，FM6.54
尿素	U	窒素分 46%，密度 1.32g/cm^3
混和剤	Ad	AE 減水剤（標準形）

表-3 配合

記号	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)						
		練混ぜ時					後添加時	
		W	C	U	S	G	W	U
N	51.2	171	334	0	736	1072	0	0
U1-20	46.7	156	334	20	736	1072	0	0
U1-30	44.3	148	334	30	736	1072	0	0
U2	46.7	156	334	0	736	1072	0	20
U3	40.7	136	334	0	736	1072	20	20

A 1123)、凝結時間（JIS A 1147）、圧縮強度（JIS A 1108）とした。U2 および U3 のスランブ、空気量、温度は尿素投入前後で測定した。また圧縮強度試験体は測定材齢まで標準および気中（ 20°C ）で養生した。

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

3. 試験結果

3.1 スランプ

図1にスランプの経時変化を示す。N, U1-20 および U1-30 は同等の傾向を示した。U2, U3 は、練混ぜ時の単位水量が少ないため尿素添加前のスランプは3.5cm および0.5cm まで小さくなったが尿素を添加することで10cm および12cm となり、N および U1 と同水準となった。

3.2 空気量

図2に空気量の結果を示す。U2, U3 は後添加後に空気量が約1.5%増加した。尿素後添加時の攪拌による影響と考えられる。

3.3 コンクリート温度

図3にコンクリート温度の結果を示す。尿素を混入した場合、コンクリート温度が低下したが、U1, U2 と比較して U3 の低下量が大きかった。尿素飽和水溶液を添加した影響が考えられる。

3.4 ブリーディング

図4にブリーディングの結果を示す。N と比較して U1 はブリーディング量が多くなったが、U2, U3 は終了時間が長くなったものの、ブリーディング量は少なくなった。

3.5 凝結時間

図5に凝結時間の結果を示す。尿素を混入した場合、いずれも N と比較して凝結時間が長くなる傾向がある。U1-20 と U3 は同等だが、U2 の凝結時間は U1, U3 より短くなった。

3.6 圧縮強度

図6に圧縮強度の結果を示す。材齢91日の標準養生では、N より U1 で約10%、U2, U3 で約20%低下した。材齢91日の気中養生では、N より U1 で約3%、U2, U3 で約5%低下した。

4. おわりに

尿素後添加による尿素コンクリートの基礎物性を室内試験練りで確認した。その結果、後添加が物性に与える影響はあるものの、適用の可能性が確認された。今後、実機試験練りを行い、現場での後添加の可能性について検討していく。

【参考文献】

- 1) 田中, 石本, 野田, 綾野: 尿素を用いたコンクリートの RC ラーメン高架橋への適用, コンクリート工学, Vol.50, No.8, 2012.8

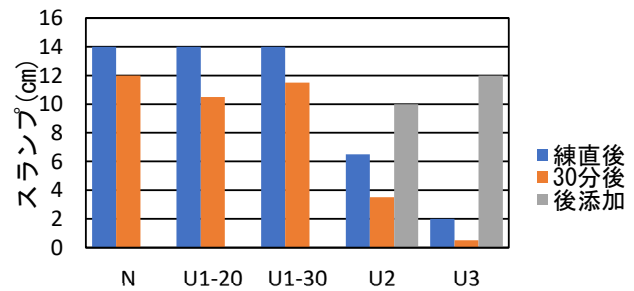


図1 スランプ

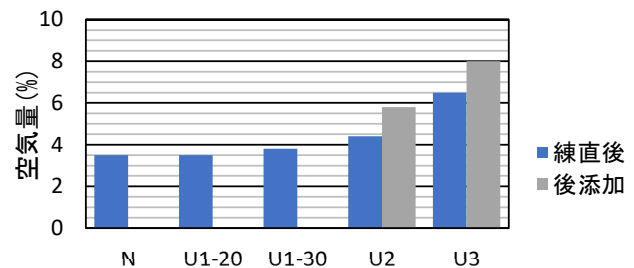


図2 空気量

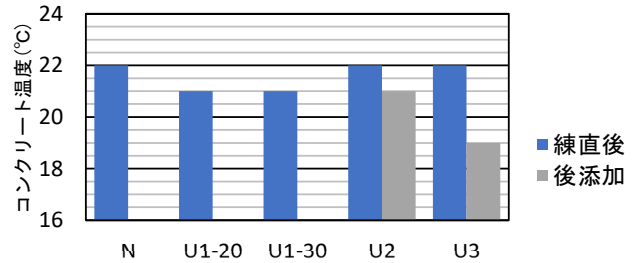


図3 コンクリート温度

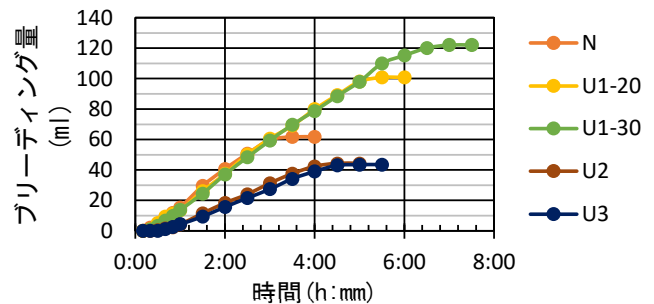


図4 ブリーディング

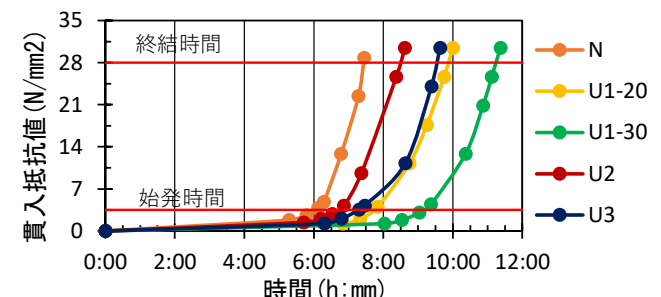


図5 凝結時間

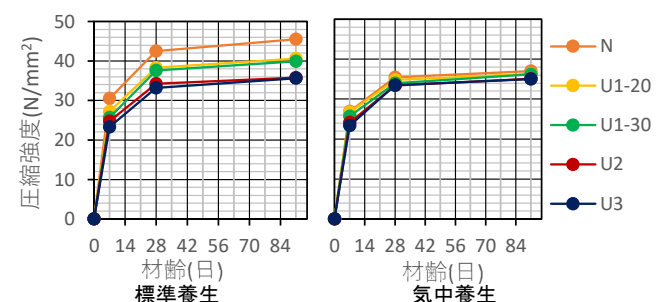


図6 圧縮強度