

可使時間および硬化時間を制御した水中不分離性コンクリートの配合設計に関する実験的研究

太平洋マテリアル 株式会社 正会員 ○竹下 永造
 戸田建設 株式会社 正会員 土師 康一
 戸田建設 株式会社 正会員 澤村 淳美
 ポゾリスソリューションズ 株式会社 正会員 蓑宮 芳和

1. はじめに

土木工事共通仕様書¹⁾では、水中不分離性コンクリートの打継ぎが生じた場合、打継面を高圧ジェット、水中清掃機械等を用い清掃し、必要に応じて補強鉄筋等により補強しなければならないとされている。そのため、上記対策として、打継ぎ処理が必要にならないように昼夜連続での打設を行う方法²⁾や、遠隔操作できる打継目処理装置を施工後に走行させ、スライム処理と目荒しを実施する方法³⁾が報告されている。ここで前者については、打ち重ねた水中不分離性コンクリートがマスコンクリート化するため、セメントの水和に伴う発熱温度が増大し、温度応力ひび割れが生じやすくなることが問題視されている。また後者については、特殊な機械が必要となり一般的に実施することは難しいこと、かつ、工程的な遅延が伴うことが課題であると考えられている。そこで、コンクリートに使用する超遅延剤を水中不分離性コンクリートに使用することで、昼夜を問わない連続打ち重ねを可能とし、かつ、マスコンとならないように打ち重ねたコンクリート層が独立して硬化する配合設計手法の確立を目的として、実験的に検討した結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 使用材料および配合

表-1に使用材料一覧を示す。セメント種類は、セメントの水和発熱および可使時間を考慮し高炉セメント B 種を採用した。また、水中不分離性混和材はセルローズ系を使用した。さらに、流動化剤(Ad2)と超遅延性減水剤(Ad3)を用い、可使時間を調整(BB×添加率)することとした。コンクリートの配合を表-2に示す。水セメント比は50%と設定し、単位水量は220kg/m³とした。また、水中不分離性混和材、流動化剤、および、超遅延性減水剤は、現場でスラリー化して後添加する方式を検討しており、単位水量で22.5kg/m³相当をコンクリート配合から事前に差し引き、コンクリートが練り上がった後に各種混和剤と共に添加した。

(2) 試験項目および試験方法

表-3に試験項目一覧を示す。コンクリートの練混ぜは50ℓパン型ミキサーを用いて30ℓ/バッチとした。目標スランプフローは575±50mm、目標空気量は4.0%以下とした。スランプフローおよびコンクリート温度については経時変化の測定を実施した。圧縮強度の試験材齢は5日、7日、14日、28日とした。

表-1 使用材料一覧

材料名	記号	備考
水	W	上水道水
セメント	BB	高炉セメント B 種 密度 3.04g/cm ³
細骨材	S	掛川産山砂、密度 2.57g/cm ³ 吸水率 2.20%, F.M.2.78
粗骨材	G	桜川産砂岩砕石、密度 2.65g/cm ³ 吸水率 0.67%, F.M.6.74
混和材	L	セルローズ系水中不分離性混和材
混和剤	Ad1	収縮低減型高性能 AE 減水剤
	Ad2	流動化剤 (水中不分離性助剤)
	Ad3	超遅延性減水剤

表-2 水中不分離性コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					L (kg/m ³)	Ad2 (%)	Ad3 (%)
		W	BB	S	G	Ad1			
50	40	220	440	612	948	4.40 (1.0%)	2.5	1.6 2.0 2.5	0.6

表-3 試験項目一覧

試験項目	試験方法
フレッシュ性状	コンクリートのスランプフロー (JIS A 1150) コンクリートの空気量 (JIS A 1128) コンクリートの温度 (熱電対による測定) ※ 練り混ぜた 30ℓ を 80ℓ 容器に入れ経時測定
圧縮強度	コンクリートの圧縮強度試験 (JIS A 1108) ※ 水中および気中成形

キーワード 水中不分離性コンクリート、遅延剤、セルローズ系、可使時間、硬化時間
 連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3921

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状およびその経時変化

表-4にフレッシュ性状を示す。表より、流動化剤の添加量 (BB×Ad2 添加率) に応じてスランプフローが大きくなるものの、それぞれの試験項目において所定の性能を満足していることが分かる。また、表-5にスランプフローの経時変化を示す。フレッシュ性状と同様に、流動化剤の添加量に応じて、スランプフローの中心値である575mmを超える時間 (黄色網掛け部分) が、24時間～72時間となっており、流動化剤の添加量で可使時間の制御が可能であることが分かる。次に、

図-1にコンクリート温度の経時変化を示す。図中に示した時間については、コンクリート温度が20℃から+1℃上昇した部分とし、水和反応の開始点、つまり硬化開始時間と設定した。図より、流動化剤の添加量に応じてコンクリート温度の上昇タイミングが変化しており、数値としては、69時間～103時間となっていることが分かった。このことから、流動化剤の添加量に応じて硬化開始時間も制御可能であることが推察される。

(2) 圧縮強度およびその経時変化

表-6に圧縮強度試験の結果を示す。また、図-2に圧縮強度の経時変化を示す。図表より、流動化剤の添加量に応じて圧縮強度発現性が異なっており、流動化剤の添加量が多くなると、材齢初期の強度発現性が小さいことが分かる。ただし、その後の圧縮強度の経時変化より、流動化剤の添加量の影響は小さくなり、流動化剤の添加量によらずほぼ同一の圧縮強度となることが分かった。従って、流動化剤の添加量による圧縮強度への影響は、本論文での範囲内において強度発現性は遅延するものの、最終強度としては同一になるため、大きな影響はないと考えられる。

4. まとめ

コンクリートに使用する超遅延剤を水中不分離性コンクリートに使用することで、可使時間および硬化時間を制御した水中不分離性コンクリートの配合設計が可能であった。

<参考文献>

- 1) 国土交通省:土木工事共通仕様書, 第13節 水中不分離性コンクリート 4.打継ぎ, pp.1-77, 令和2年3月
- 2) 藤附 昇ら:LNG 地下式貯槽底版コンクリートの打設, 西松建設技報, Vol.12,pp.164-166
- 3) 坂本 光重ら:水中不分離性コンクリートの大規模打設における流動・合流・打継ぎについての研究, 土木学会論文集, No.492/VI-23,pp.67-76, 1994

表-4 フレッシュ性状一覧

Ad2 添加量	スランプフロー (mm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
1.6%	585×575	3.4	23
2.0%	580×600	3.5	23
2.5%	620×600	3.2	23

表-5 スランプフローの経時変化

Ad2 添加量	スランプフロー(mm)			
	0時間	24時間	48時間	72時間
1.6%	585×575	595×590	560×555	—
2.0%	580×600	605×600	585×570	560×570
2.5%	620×600	635×660	605×615	585×605

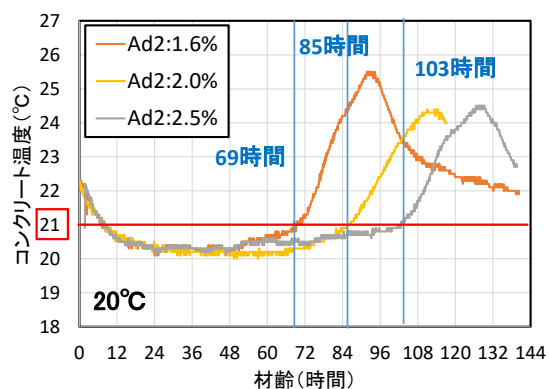


図-1 コンクリート温度の経時変化

表-6 コンクリートの圧縮強度

Ad2 添加量	気中成形 (N/mm ²)				水中成形 (N/mm ²)			
	5日	7日	14日	28日	5日	7日	14日	28日
1.6%	7.7	15.7	29.0	41.8	5.9	11.9	24.1	34.9
2.0%	3.8	11.8	27.3	42.1	3.6	9.3	23.5	33.5
2.5%	0.0	8.8	25.2	43.2	0.0	7.0	22.2	33.4

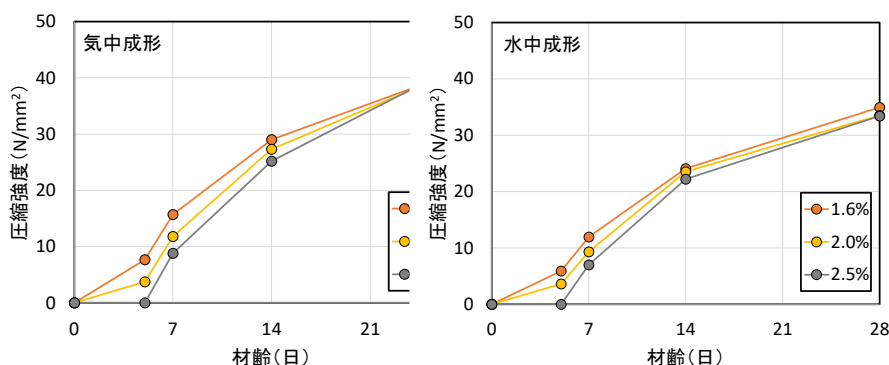


図-2 圧縮強度の経時変化 (左: 気中成形, 右: 水中成形)