

早強セメントを用いた水中不分離性コンクリートの施工に関する一考察

鴻池組技術研究所 正会員 ○木村 政敏
 鴻池組技術研究所 水町 実
 鴻池組技術研究所 為石 昌宏
 鴻池組技術研究所 正会員 川上 正史

1. はじめに

水中不分離性コンクリートには、温度ひびわれ制御、耐化学抵抗性の意味から高炉セメントB種等の混合セメントを用いることが一般的である。しかし、混合セメント使用のコンクリートは強度の発現が遅く、工期短縮の面からはその要求に答えられない。ケーソンの底盤等、陸上での仮設工事では、工期短縮を求められる場合が多く早期の強度発現を期待する意味からは早強セメントの使用が合目的々であると考えられる。そこで、早強セメントを用いた水中不分離性コンクリートの諸性質について検討し、これを用いたケーソン底盤の施工を行い2、3の知見を得たので報告する。

2. 検討方法の概要

表-1に示す配合を用いて、早強セメントおよび高炉セメントB種使用の水中不分離性コンクリートの諸性質を比較検討した。フレッシュ時の性質としてはスランプフロー¹⁾、充填性¹⁾および凝結を調べた。また、硬化時の性質として温度応力について解析的に調べ、さらに硬化後の性質としては水中作製供試体¹⁾の圧縮強度を調べた。

表-1 コンクリートの配合

設計基準 強度 σ_{28} kgf/cm ²	最大骨材 寸法 mm	スランプ フローの 範囲 cm	空気量 の範囲 %	水セメン ト比 W/C %	細骨材率 S/a %	単位量 (kg/m ³)					
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	水中不分離性 混和剤	流動化剤 ℓ/m ³
240	25	50±5	3±1	60.0	41.5	223	372	679	968	2.30	14.88

3. 検討結果と考察

(1)フレッシュ時の性質

表-2にフレッシュコンクリートの実験結果を一括して示す。早強セメント使用の場合のスランプフローおよび充填性は、高炉セメントB種使用のそれらに比べて小さく、流動性が少し劣る結果になっているが、その差はわずかである。したがって、施工性における差異はないものと考えられる。

表-2 フレッシュコンクリートの性質

	早強セメント	高炉セメントB種
スランプフロー (cm)	53.0×50.0	55.0×51.0
空気量 (%)	2.3	1.9
充填性 (mm)	5分後 2.2	1.8
	10分後 1.8	9

(2)凝結

図-1にASTM C 403-65Tによる凝結試験の結果を示す。早強セメント使用の場合の始発および終結時間は、高炉セメントB種使用の場合のそれらと大差がない。したがって、この結果からも施工性に差異はないものと考えられる。

(3)温度ひびわれ

ケーソンの底盤コンクリートを想定して2次元有限要素法による温度応力解析を行った。表-3に解析条件を、また図-2に要素分割図を示す。また、図-3に最大の温度上昇を生じた要素の温度の経時変化を示す。この図によれば早強セメントを用いた場合の温度上昇は、高炉セメントB種を用いた場合のそれに比べて最大温度で約7℃大きいが、最小ひびわれ指数は、早強セメントの場合

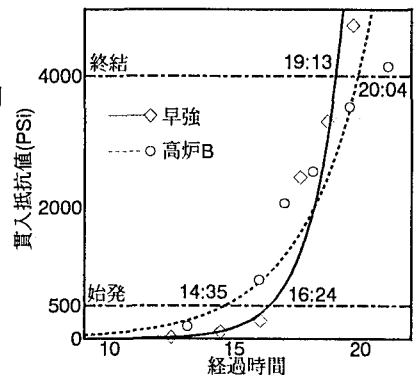


図-1 コンクリートの凝結

表-3 解析条件

計算因子	標準
断熱温度上昇式 $Q=K(1-e^{-\lambda t})$ の実験定数2)	$K=50.4$ $A=1.30$ (早強) $K=45.0$ $A=0.92$ (高炉)
単位セメント量 (kg/m^3)	372
コンクリートの熱伝導率 ($\text{kcal}/\text{cmhr}^\circ\text{C}$)	0.022
水の熱伝導率 ($\text{kcal}/\text{cm}^2\text{hr}^\circ\text{C}$)	0.01
コンクリートのヤング係数 (kg/cm^2)	$1200\sqrt{F_c}$
コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm^2)	積算温度より算出
コンクリートの引張強度 (kgf/cm^2)	$0.135\sqrt{F_c}$
コンクリートのポアソン比	0.2
コンクリートの比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$)	0.25
コンクリートの密度 (kg/cm^3)	0.0023
コンクリートの熱膨張率 ($10^{-6}/^\circ\text{C}$)	10
地盤の比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$)	0.49
地盤の密度 (kg/cm^3)	0.00172
地盤の熱伝導率 ($\text{kcal}/\text{cmhr}^\circ\text{C}$)	0.0123
地盤のヤング係数 (kg/cm^2)	1000
地盤のポアソン比	0.2

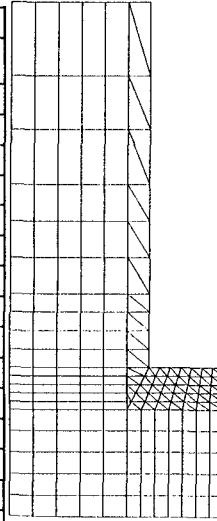


図-2 要素分割図

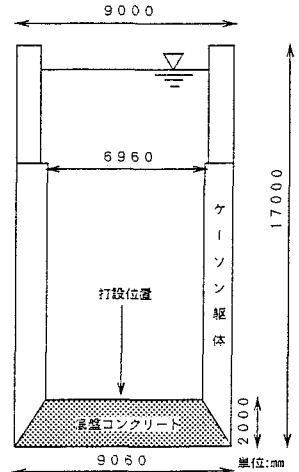


図-5 ケーソン構造図

合0.7、高炉セメントB種の場合0.8で、両者の間の差は小さかった。したがって温度ひびわれ発生の可能性について、差はないものと考えられる。

(4) 圧縮強度と材令の関係

図-4に水中作製供試体の圧縮強度と材令の関係を示す。早強セメント使用の場合、高炉セメントB種使用の場合に比べて早期材令において強度は大きく、顕著な差がでている。この結果は、工期短縮に対して早強セメントの使用が有効であることを示している。

4. 施工結果

3.の結果と考察から工期短縮に早強セメントの使用が有効であることが確認されたので表-1と同配合の早強セメント使用の水中不分離性コンクリートを、図-5に示すケーソンの底盤にポンプ($100\text{m}^3/\text{h}$)を用いて $30\text{m}^3/\text{h}$ の速度で打設した。工期短縮のため材令

7日で揚水した。底盤コンクリートは、平滑に仕上がっており、充填性も良好であった。また、温度応力によって考えられるひびわれ等は観察されなかった。

5. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- (1)早強セメントおよび高炉セメントB種を用いた水中不分離性コンクリートのフレッシュ時の性状および凝結は、ほぼ同様なものであった。
- (2)早強セメントおよび高炉セメントB種を水中不分離性コンクリートに用いた場合の早期強度は、前者において大きい。
- (3)(1)、(2)から工期短縮の目的に対して、水中不分離性コンクリートに早強セメントを使用することは有効であると考えられる。

<引用文献>

- 1)(財)沿岸開発技術センター、(財)漁港漁村建設技術研究所、水中不分離性コンクリートマニュアル、山海堂、平成元年12月
- 2)岡田 清 他:コンクリート工学ハンドブック、朝倉書店、p.560,1981

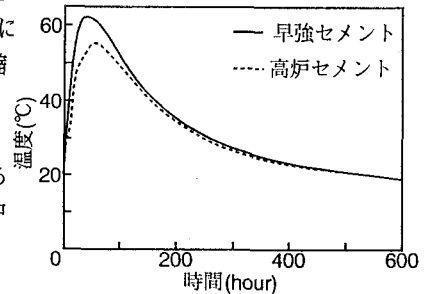


図-3 コンクリート温度の経時変化

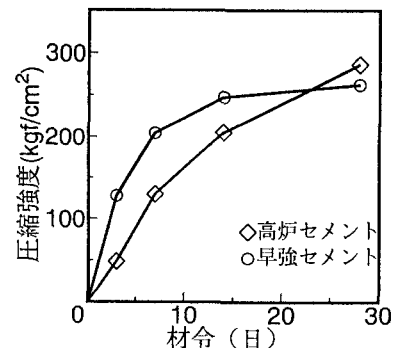


図-4 圧縮強度と材令の関係