

## 寒冷期における高炉セメントコンクリート構造物の強度発現性について

新日鐵化学株式会社

正会員○岡田研介

やまこう建設株式会社

吉沢利一

大豊・やまこう共同企業体

古賀昭博

## 1. まえがき

高炉セメントは、アルカリ骨材反応抑制効果が大い、化学的作用に対する抵抗性に優れる、あるいは発熱特性に特長をもっているなど利点を有するが、初期材令における強度発現性が低く、特に寒冷期においてその傾向が顕著であるため、施工上注意しなければならない。一般に、寒冷期にコンクリートを施工する場合、構造物の圧縮強度は構造物コンクリートとできるだけ同じ状態で養生した供試体の強度試験によるか、またはコンクリートの温度履歴と圧縮強度の関係が既知である場合には、構造物コンクリートの温度記録から強度が推定される。これは部材寸法によってはセメントの自己発熱などにより供試体と構造物の強度が必ずしも同じでないためと考えられる。ここでは高炉セメントB種と無塩化促進形混和剤を用いて、ケーソンコンクリート(2500T)、モデルコンクリート及び供試体の温度測定と、モデルコンクリートのコア強度、現場水中及び現場封かん養生した供試体の圧縮強度試験を行い、これらの関係について検討した。

## 2. 実験概要

表-1 使用材料

| 材料   | 種 別         | 性 状                |
|------|-------------|--------------------|
| セメント | 高炉セメント B種   | 比重; 3.03           |
| 細骨材  | 鳥取県智頭町産砕砂   | 粗粒率; 3.60 比重; 2.65 |
|      | 鳥取県気高町産陸砂   | 粗粒率; 1.45 比重; 2.63 |
| 粗骨材  | 鳥取県智頭町産碎石   | 粗粒率; 6.60 比重; 2.70 |
| 混和材  | A E減水剤促進形Ⅰ種 | —                  |

本実験は、鳥取県岩美郡岩美町網代漁港ケーソン製作ヤードにおいて、最も寒冷期となる2月上旬に行った。使用したコンクリート用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。またケーソンの形状とコンクリートの温度測定位置を図-1に示す。構造物の強度を推定するため、実構造物の壁厚と同じにした2種類のモデルコンクリートⅠ: 45×70×60cm (B×H×L)、Ⅱ: 20×70×60cmを作製して、構造物と同じような条件で養生した。温度測定は埋込型デジタル熱電温度計をケーソン壁体、モデルコンクリート及び供試体の中心部に埋設して行い、それぞれをシートで覆った。供試体は現場水中養生、現場封かん養生、標準養生を行った。

表-2 コンクリートの配合

| 呼び強度 | 粗骨材<br>最大寸法<br>(mm) | スランブ<br>(cm) | 空気量<br>(%) | W/C<br>(%) | 単位<br>セメント量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|------|---------------------|--------------|------------|------------|-------------------------------------|
| 240  | 20                  | 12           | 4          | 54.5       | 309                                 |

## 3. 結果及び考察

コンクリート温度と外気温の測定結果を図-2に示す。約10℃で打設したコンクリートは、それぞれの壁厚の大きさに相応した温度履歴を示している。すなわち、構造物各部の温度は打設後上昇して、その大きさは外壁隅角部4℃、外壁部3℃、隔壁交叉部2.5℃、隔壁部1℃で壁厚の大きさに関係している。モデルコンクリートⅠ、Ⅱの温度履歴も構造物と類似した結果となったが、モデルⅡではケーソン隔壁部の温度よりも高くなった。これは隔壁の温度測定位置が高所であり風の影響を受けやすかった

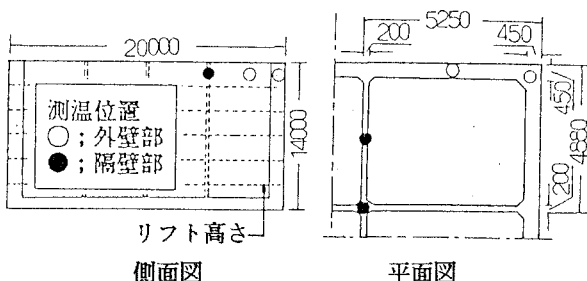


図-1 ケーソンの形状と測定位置

ことと、壁厚が小さかったためと推察される。また現場水中及び現場封かん養生した供試体の温度は上昇が認められず、成形直後より低下してその後は外気温にほぼ追従した。

図-3は材令と圧縮強度の関係を示している。モデルコンクリートのコアの圧縮強度は現場水中または現場封かん養生したものよりも材令3日で約30~40kgf/cm<sup>2</sup>大きく、温度履歴の違いによる影響が認められる。図-4はモデルコンクリート及び各種養生したコンクリートの温度履歴から下式により積算温度を求めて、圧縮強度との関係を示したもので、ほぼ一次的に示すことができる。

$$M = \Sigma (\theta + A) \Delta t$$

【M; 積算温度 (°C h),  $\theta$ ;  $\Delta t$  時間中のコンクリート温度 (°C), A; 定数 (10°C),  $\Delta t$ ; 時間 (時)】

既往の文献\*によると温度履歴が同じであれば、構造物と供試体強度はかなりよく一致することが報告されている。そこで図-5はケーソン各部の温度履歴から積算温度を求め圧縮強度の推定値を示したものである。図-5よりケーソン各部のコンクリートの圧縮強度は、現場水中及び現場封かん養生したものよりも材令3日で、外壁部約30kgf/cm<sup>2</sup>、隔壁部約15kgf/cm<sup>2</sup>大きいことが推察される。また鉛直型わくの取りはずし時の圧縮強度を35kgf/cm<sup>2</sup>とすると、材令3日で十分脱型可能となる。

以上のように構造物強度を推定するには、土木学会標準示方書に示されているように、供試体を構造物と同じように養生するだけでは不十分な場合があるようである。構造物の強度には部材の形状寸法、部位その他数多くの要因が影響するが、温度履歴を考慮して強度を推定の方がより正確であることがわかった。

#### 4. むすび

日本海側の寒冷期におけるコンクリート工事で高炉セメントを用いる場合でも、促進形混和剤を用いつつ土木学会標準示方書16章寒中コンクリートに示されるような初期の養生管理を適切に行なうことにより、十分施工できる知見が得られた。

謝辞：実験にご協力いただいた鳥取県漁港課に対して、ここに謝意を表します。

\* (参考文献)

毛見虎雄他; セメント技術報33昭和54年PP437 ~440

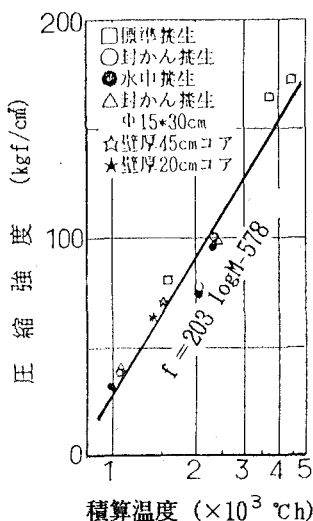


図-4 積算温度と圧縮強度の関係

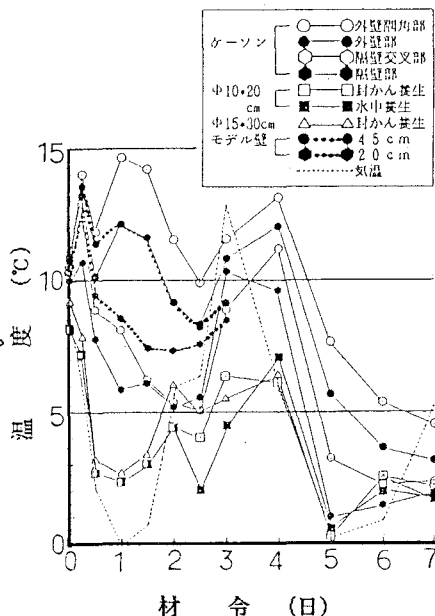


図-2 コンクリート温度及び気温

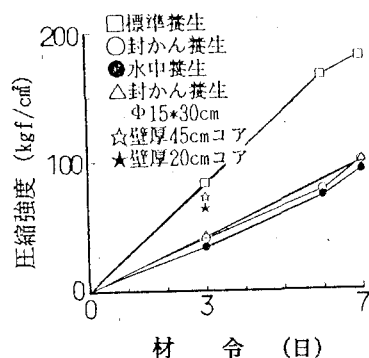


図-3 コンクリート圧縮強度

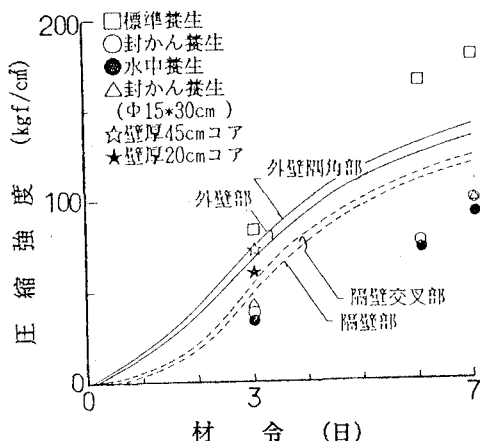


図-5 ケーソン各部の推定強度