

### 寒冷地におけるシールド工事用セグメントの製造および貯蔵に関する考察（その2）

パシフィックコンサルタンツ 正会員 ○清水 幸範、天野 裕基、荻原 啓太  
 日本ヒューム 正会員 山中 典幸、大関 宗孝、煙山 史  
 早稲田大学 正会員 小泉 淳

#### 1. はじめに

寒冷地において高強度のシールド工事用セグメントを製造および貯蔵する場合、材齢初期の凍害、若材齢時の低温下での強度発現、長期貯蔵における凍結融解作用の繰り返し等に懸念がある。鉄道や道路等の大断面トンネルでは、蒸気養生後に脱型し水中養生を行いその後外気下で貯蔵するのが一般的であるが、寒冷地での冬季におけるセグメント製造では、このような急激な温度変化および低温下での貯蔵が製品の品質に与える影響が不明確な状況にある。

以上を踏まえて、セグメント用高強度コンクリートの強度発現と養生方法ならびに積算温度との関係を把握することを目的とする実物大供試体試験を行った。本稿は、試験の概要と結果について述べるものである。

#### 2. 試験概要

試験供試体は、寒冷地での製造実績がある設計基準強度  $42\text{N/mm}^2$  のセグメント用コンクリートを用い、温度計測用として大断面トンネルのセグメントを模擬した実物大供試体 ( $L=1000\text{mm} \times B=1000\text{mm} \times t=500\text{mm}$ ) と圧縮強度試験用として円柱供試体 ( $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ ) を用いた。試験のパラメーターや頻度は以下のとおりである。

##### 1) 積算温度計測試験のパラメーター

- ①製品のストック状態の違いによる比較  
(ラッピング有り：A 供試体、ラッピング無し：B 供試体)
- ②製品の製作時期（冬季製作）
- ③製作後の水中養生期間（7日間）

##### 2) 試験供試体および試験頻度

積算温度計測試験の実物大供試体は2体製作し、コンクリート表面2箇所、内面4箇所に熱電対計測機を設置し、20分毎に温度計測を半年間継続して実施する。また、実物大供試体と同日に製作した円柱供試体による圧縮強度試験の頻度は、脱型時、材齢1日～7日、14日、28日、91日、半年とする。図-1に温度計測ゲージ(熱電対)位置図、写真-1に熱電対設置状況、写真-2に実物大供試体測定状況をそれぞれ示す。

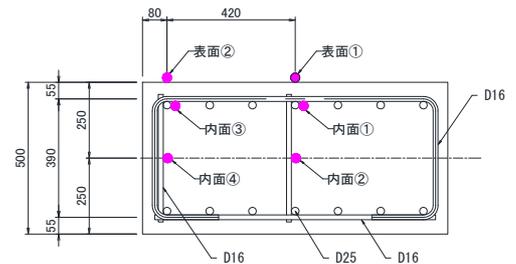


図-1 温度計測ゲージ(熱電対)位置図



写真-1 熱電対設置状況



写真-2 実物大供試体測定状況

キーワード:RC セグメント, 寒冷地, 高強度コンクリート, 積算温度

連絡先: パシフィックコンサルタンツ(株) 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 電話(03)6777-1831 FAX(03)3296-0514

日本ヒューム(株) 東京都港区新橋 5 丁目 33-11 電話(03)3433-4114 FAX(03)3436-3275

### 3. 試験結果

#### (1) 積算温度計測試験結果

コンクリートの養生条件は、蒸気養生の最高温度 50℃を5時間保持後に徐冷を行い、脱型後24時間から水中養生15℃で7日間の養生を行うものとした。その後は、外気下で気中養生を行い、平均気温が0℃以下となる寒冷地(北海道地区)において半年間の計測を継続して実施中である。図-2に温度測定結果(A供試体)、図-3に温度測定結果(B供試体)を示す。

蒸気養生時の供試体表面②の温度は、蒸気養生の保持が終了する時点で最大温度45.8℃と46.6℃を示した。また、供試体内面中央部②の温度は、表面部および内面の鉄筋かぶり位置のゲージに比べて、温度上昇が緩やかであるが、コンクリート打設からほぼ24時間後に最大温度44.3℃と45.9℃を示した。水中養生時は、ほぼ全てのゲージが水中養生温度と同等の15℃を保つ結果であった。厚さt=500mmの供試体においては、水中養生の初期の段階で表面と内面の温度がほぼ等しくなることがわかる。

気中養生時の温度は、外気温の上昇下降に対して、ラッピングをしたA供試体の方が緩慢に反応しているのに対し、ラッピングが無いB供試体は敏感に反応していることが確認された。すなわちラッピング養生は昼夜での激しい気温差に対して抑制する効果があることを示唆している。

#### (2) 積算温度と圧縮試験結果の関係

図-4にA供試体およびB供試体それぞれの積算温度と圧縮強度の関係を示す。水中養生後の材齢28日での結果を比較すると、ラッピングをしたA供試体がB供試体に比較して、積算温度で1.08倍程度、圧縮強度で1.03倍程度であることが確認された。またA供試体とB供試体の計測値がほぼ重なっていることから、コンクリートの圧縮強度は積算温度に大きく依存しており、養生方法の相違による影響は小さいことを確認した。

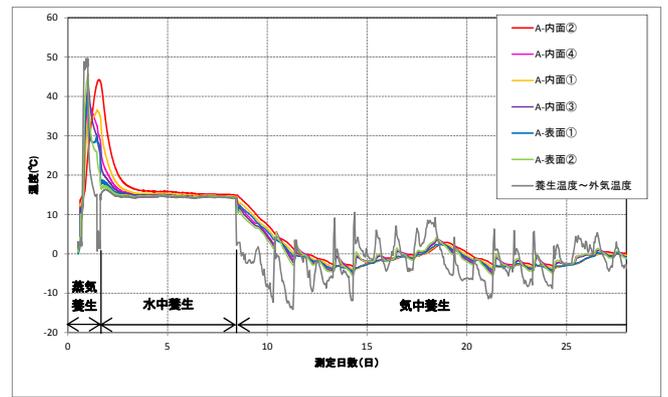


図-2 温度測定結果(A供試体)

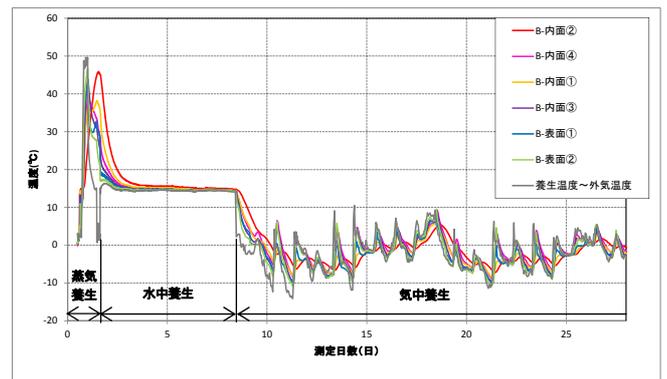


図-3 温度測定結果(B供試体)

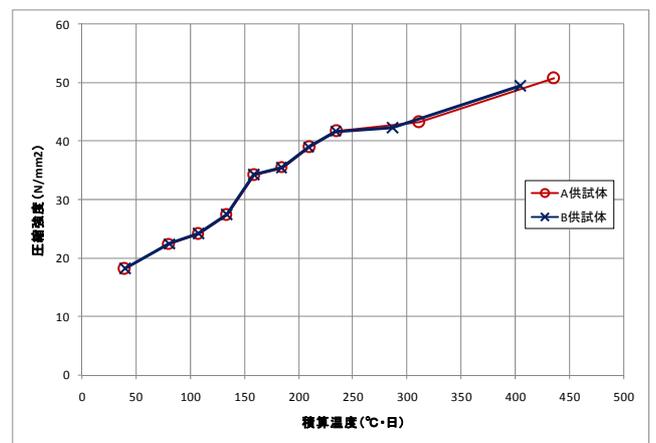


図-4 積算温度と圧縮試験結果

### 4. まとめ

- ①実物大供試体の表面温度と内部温度の差は、最大で30℃以内程度であったが、温度差による表面の微細ひび割れ等は確認されなかった。
  - ②コンクリートの圧縮強度は、養生方法の違いによる影響が小さいことを確認した。すなわち、適切な製造管理および貯蔵管理によりセグメントの品質は確保できることを確認した。
- 今後も温度計測ならびに圧縮強度試験を継続し長期的な影響の有無を確認するとともに、追加試験を行い適切な水中養生期間等についても検討する予定である。

#### 【参考文献】

- 1) (公社) 土木学会、コンクリート標準示方書「施工編」、2012年制定
- 2) (公社) 土木学会、コンクリート標準示方書「設計編」、2012年制定