

V-382

構造物中のコンクリートの自己収縮に関する研究

長岡技術科学大学大学院 学生会員 細山陽司
西松建設(株)技術研究所 正会員 西田徳行
長岡技術科学大学工学部 正会員 下村 匠

1. はじめに

コンクリートの自己収縮はコンクリート中のセメントの水和反応に起因するため、温度分布の影響により水和の進行の程度が空間的に様でない実構造物中では、自己収縮も様でないと考えられる。実構造物中の自己収縮を評価するためには、各位置における水和の進行の程度を考慮する必要がある。JCI 自己収縮研究委員会により提案された自己収縮予測式¹⁾では、有効材齢を導入することにより水和の進行の速度が考慮されている。しかし、実際には水和反応自体が温度履歴の影響を受けるため、有効材齢による方法は便法に過ぎない。本研究では、熱の逸散条件が異なる供試体の温度およびひずみの経時変化を測定し、温度履歴の異なるコンクリートの自己収縮ひずみについて検討した。

2. 実験概要

実験には、高炉スラグ微粉末を用いた 2 成分粉体系高流動コンクリートを使用した（表-1）。供試体は、熱の逸散条件が異なる 3 種類とした（図-1）。供試体 Type-A は全面を断熱材で覆い模擬断熱状態とし、Type-B は上面のみからの熱逸散を、Type-C は全面からの熱逸散を許した。放熱面はアルミ箔でシールし水分の逸散を防いだ。熱電対付き埋込型ひずみ計を、Type-A, C 内に 1 つ、Type-B 内に 2 つ設置し、温度およびひずみの経時変化を計測した。

表-1 実験に使用したコンクリートの配合

単位量 (kg/m ³)						
W	C	BS	S ₁	S ₂	G	Ad
170	380	233	155	620	758	7.356

普通ポルトランドセメント:比重 3.16, 比表面積 3300cm²/m³

高炉スラグ微粉末:比重 2.91, 比表面積: 6000cm²/g

細骨材 S1:細砂,比重 2.54,吸水率 3.65%,実積率 57.9%,FM=1.83

S2:砕砂,比重 2.62,吸水率 1.12%,実積率 62.1%,FM=3.20

混合砂(S1:S2=2:8):比重 2.62,吸水率 1.12%,実積率 61.3%,FM=2.93

粗骨材:比重 2.65,吸水率 1.07%,実積率 57.1%,FM=6.65

Ad:高性能 AE 減水剤

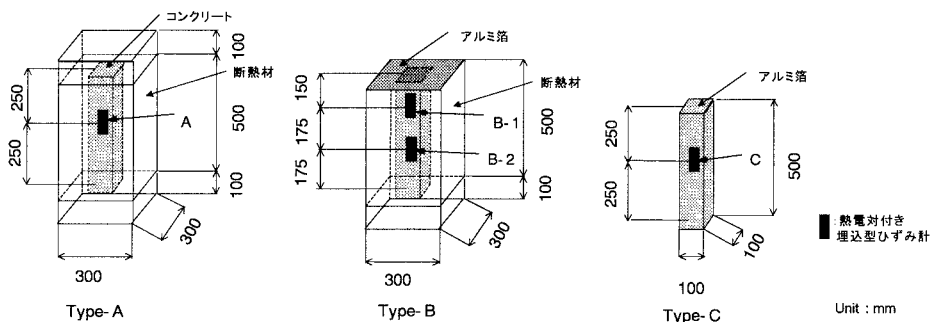


図-1 実験に用いた供試体

各試験の概要を表-2 に示す。実験は温度 20±3℃、湿度 60%の恒温恒湿室で行った。温度およびひずみの計測はコンクリート打込み直後より開始し、30 分間隔で計測した。標準試験 JCI-I, JCI-IIはそれぞれ超流動コンクリート研究委員会報告書(II)²⁾、自己収縮研究委員会報告書³⁾に従って行った。

表-2 各試験概要

項目	規格	計測項目
自己収縮ひずみ試験	超流動コンクリート委員会(JCI-I) 自己収縮研究委員会(JCI-II)	コンクリート温度 ひずみ, 重量
凝結試験	JIS A 6204 付属書1	凝結始発および終結時間
熱膨張率試験	—	温度, ひずみ, (熱膨張率)
圧縮強度試験	JIS A 1108	コンクリート圧縮強度
断熱温度上昇試験	—	コンクリート温度

Keywords: 自己収縮, 温度履歴, 有効材齢, 温度分布, 水和反応

連絡先: 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258(46)6000

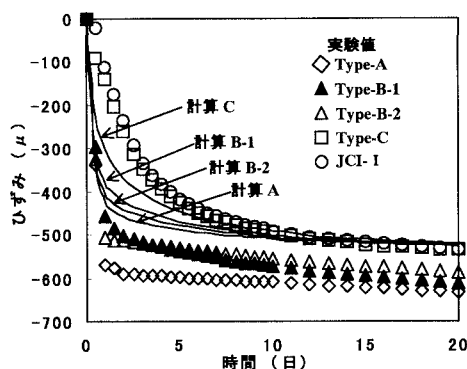


図-2 自己収縮ひずみの実測値と計算値

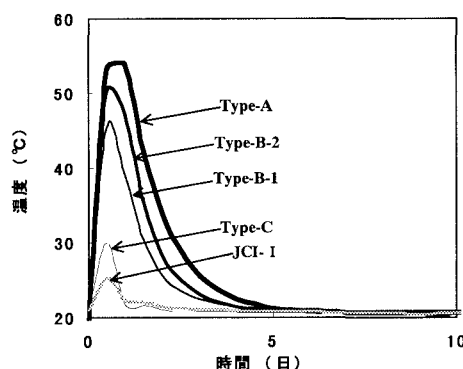


図-3 供試体内温度の実測値

3. 実験結果

各供試体の自己収縮ひずみの実測値と JCI 自己収縮委員会により提案された予測式(1)¹⁾による計算値の経時変化を図-2 に、各供試体のひずみ測定位置でのコンクリート温度の経時変化を図-3 にそれぞれ示す。コンクリートの凝結始発時を時間の原点として描いてある。埋込型ひずみ計により得られるひずみは温度ひずみを含むため、実測温度(図-3)をもとに温度ひずみを計算し差し引いている。供試体中の各点の自己収縮ひずみは、実測温度(図-3)をもとに有効材齢を計算し、式(1)により計算した。

$$\begin{aligned}\varepsilon_c(t) &= \gamma \varepsilon_{c0} \beta(t) \\ \varepsilon_{c0} &= 3070 \exp\{-7.2(W/B)\}, \quad \beta(t) = 1 - \exp\{-a(t-t_0)^b\} \\ t &= \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \exp\left[13.65 - \frac{4000}{(273 + T(\Delta t_i)/T_0)}\right]\end{aligned}\quad (1)$$

ここに、 γ :セメントおよび混和材の種類の影響を表す係数、 ε_{c0} :自己収縮ひずみの終局値、 $\beta(t)$:自己収縮の進行を表す関数、 W/B :水結合材比、 a, b :定数、 t_0 :凝結の始発(日)、 t :材齢(日)、 Δt_i :コンクリートの温度が $T^\circ\text{C}$ である期間の日数(日)、 T_0 : 1°C 。

Type-C 供試体の自己収縮ひずみの実測値は標準試験 JCI-I の結果と同程度の値となっている。初期段階(10 日程度まで)には、実測値は計算値よりも小さいが、長期的には計算値と同程度の値となっている。しかし、Type-A および Type-B 供試体の自己収縮ひずみの実測値は、いずれも全期間を通じて計算値より大きな値となっている。自己収縮ひずみの終局値も計算値より大きい。この傾向は、熱の逸散が少ない Type-A 供試体において最も顕著であり、終局値で約 150μ の差がみられる。これは温度履歴により水和反応自体が異なることに起因した自己収縮ひずみの差であり、有効材齢による方法の適用限界を示すものである。実構造物中においても、本実験結果程度の差異は生じていると考えられる。

4. 本研究のまとめと今後の課題

構造物中の不均一な温度分布に起因して、各部分のコンクリートの自己収縮が異なることを実験により確認した。各部分の温度履歴を有効材齢により考慮し、自己収縮予測式を用いて実験結果を評価した場合、最大 150μ 程度の過小評価となることが明らかとなった。このことが、構造物の初期応力の導入および温度ひび割れの予測にどの程度影響するのかを検討することが今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学協会:自己収縮研究委員会報告書,1996.
- 2) 日本コンクリート工学協会:超流動コンクリート研究委員会報告書(II),1994.