

土木学会コンクリート標準示方書における収縮ひずみの予測式の検証

埼玉大学 工学部 建設工学科 学生会員 ○石毛 成
 埼玉大学大学院理工学研究科 准教授 正会員 浅本 晋吾
 埼玉大学 工学部 建設工学科 小山 凜太郎

1. はじめに

世界的に問題となっているプレストレスコンクリートの長期たわみにおいて、クリープ・収縮を精度よく予測することが課題となっている。国内では、2012年コンクリート標準示方書¹⁾において、収縮の予測式（以後、JSCE2012式）が改訂されたが、国内外のデータを用いた精度検証は十分とは言えない。そこで、既往の収縮実験のデータベース²⁾をもとに JSCE2012 式と 2007 年制定標準示方書³⁾まで使用されていた予測式（以後、JSCE2007 式）との比較、検証を行った。また、ACI の収縮予測式⁴⁾（以後、ACI 式）も比較として用いた。

2. 検証に用いたデータ

検証には、W/C、相対湿度、乾燥開始材齢、国、年代などのバランスを取って、120 程度データを選定した。JSCE2012 式に必要な骨材の品質、吸水率及び単位量、ACI 式に必要な空気量、スランプ、細骨材率は、データベースにないものもあったため、国内の標準的な値を用いた。骨材品質は 4 とし、細骨材吸水率 2%、粗骨材吸水率 1%、単位細骨材量 753kg/m³、単位粗骨材量 994kg/m³を用いた。ACI 式の標準値はスランプ 70mm、空気量 6%、細骨材率 50%に定められているが、国内の状況に合わせ、スランプ 80mm、空気量 4.5%とし、細骨材率は上記の各骨材の単位量から算出した 43%とした。検証には、各実験の最終収縮ひずみを用いた。

3. 結果と考察

(1) JSCE2012 式と JSCE2007 式の比較

図 1 は、各実験の最終収縮ひずみの実験値と標準示方書の予測値の比較したものである。JSCE2012 式は、各実験値に対して JSCE2007 式より大きくなる傾向があり、長期たわみ問題を鑑み、ひずみの収束が緩やかになる式に改訂されたためだと考えられる。一方で、実験値との乖離も大きく、JSCE2012 式では、予測の方が大きくなる傾向がある。乖離の要因としては、予測式に必要な骨材のパラメーターに一般値を用いたこと、後述するように材料の異なる国外のデータも用いたことなどがあげられる。

収縮ひずみの実験値が 0.0015 以上のデータは、環境湿度が 20%などで極端に低いもの、W/C が 0.85 や 0.87 と極端に大きい条件のものである。予測値が 0 になっているものは乾燥湿度が 100%のものであり、予測式の適用範囲外のものである。適用範囲外のデータは、示方書の予測から大きく乖離することが確認された。

(2) JSCE2012 式と ACI の比較

図 2 に JSCE2012 式と ACI 式の比較を示す。ACI のプロットで値が 0 になっているものは、乾燥湿度 100%、乾燥開始材齢 0 日で、予測式の適用範囲外となっているものである。上

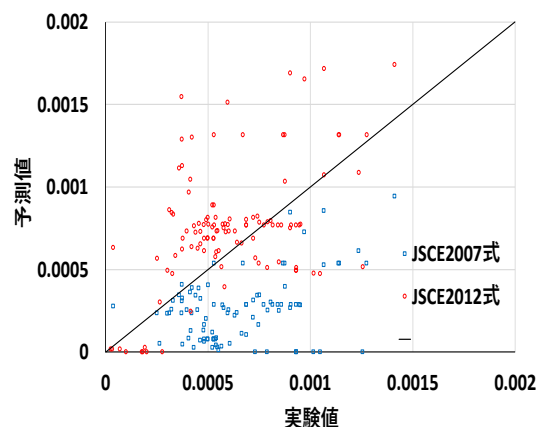


図 1 最終収縮ひずみの予測値と実験値
(示方書の比較)

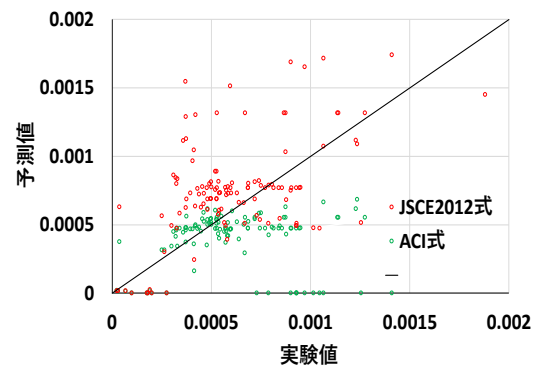


図 2 JSCE2012 式と ACI 式の比較

キーワード：コンクリート標準示方書，ACI，収縮予測式

連絡先：〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL 048-858-3739

記を除くと、ACI 式は、JSCE2012 式と比較して、今回用いたデータにおいて予測精度が高いといえる。また、ACI 式は、JSCE2012 式に比べ予測に用いるパラメーターが多く、近似しやすい可能性もある。

(3) 予測式に対する実験データの年代、国別、実験環境の影響の検討

予測式に対して実験データの年代、国別の影響を検討した。図 3 のように、1964 年、2003 年に日本で行われた実験データと JSCE2012 式、ACI 式と比較すると、ACI 式より JSCE2012 式の方が両年代とも精度よく予測できた。一方で、アメリカで 1958 年 2010 年に行われた実験データを用いて比較すると、ACI 式の方が精度よく予測できた。他の 90 個のデータでも年代とアメリカ以外の国別の影響を検討した結果、同等の結論が得られた。よって、予測式に対してデータの年代は関係性が低く、各予測式は、自国の実験データにより適合する傾向があることが分かった。

次に、実験の環境湿度に着目をした。日本の平均湿度は 60% であり、湿度 60% 付近の国内外両方の実験データを重点的に検証した。72 個のデータで検証した結果、乾燥湿度が 60% 付近の実験データを必ずしも精度よく予測できてはいなかった。

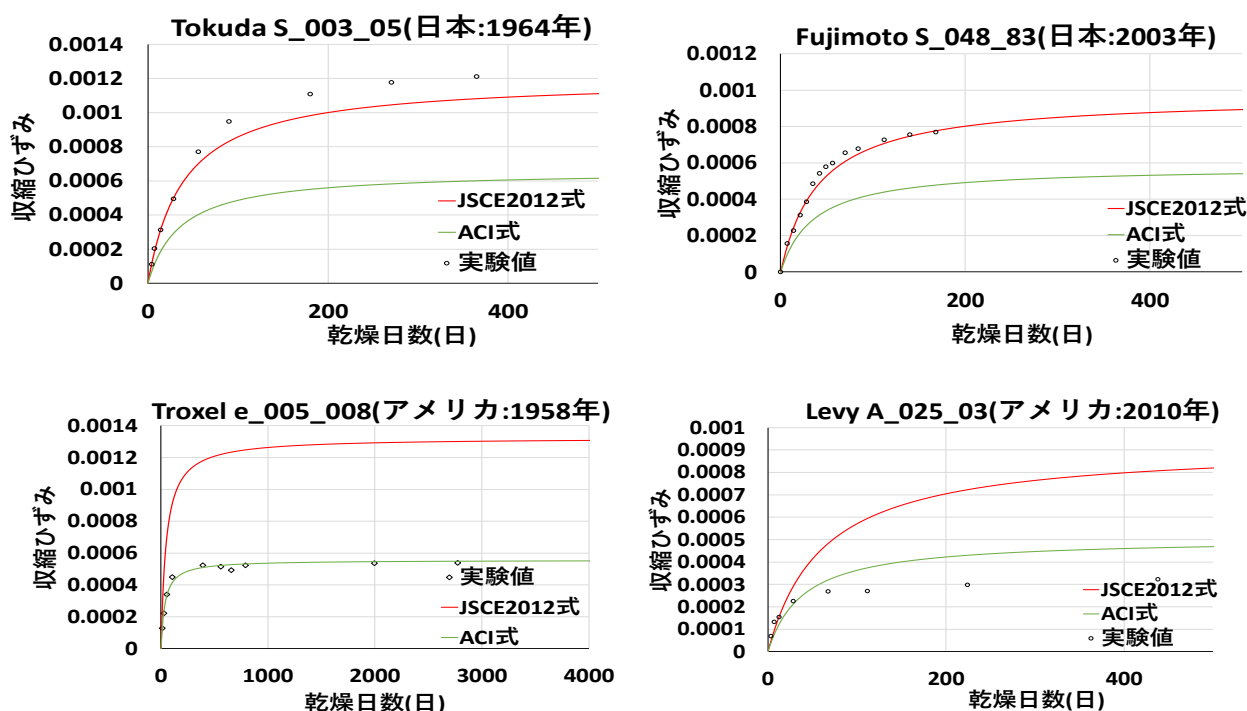


図 3 国別、年代の比較

4. まとめ

本検証の結果、2017 年の示方書の改訂によって、最終収縮ひずみの予測は、以前までの式に比べて、大きくなる傾向があった。また、示方書の予測式は、国内の実験データについては精度よく予測できるが、他国の実験データに対しては、精度は必ずしも高くなく、予測式の適用範囲外の条件では、実験値と大きく乖離することが確認された。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会：2012 年制定コンクリート標準示方書【設計編】，土木学会，2013
- 2) 土木学会コンクリート委員会：2007 年制定コンクリート標準示方書【設計編】，土木学会，2008
- 3) Z. P. Bazant and G.-H. Li: Comprehensive Database on Concrete Creep and Shrinkage, Download freely from Bazant's website www.civil.northwestern.edu/people/bazant
- 4) ACI Committee 209: Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete, American Concrete Institute, 2008