

鋼製軽量モールドを用いた簡易膨張性能と仕事量一定則

群馬大学大学院 学生会員 ○栗原 勇典
 群馬大学大学院 正会員 半井健一郎
 清水建設株式会社 橋田 浩
 清水建設株式会社 辻埜 真人

1. はじめに

コンクリートの収縮補償やケミカルプレストレスの導入のために膨張コンクリートを使用するには、その膨張性能を的確に評価する必要がある。膨張コンクリートの膨張性能評価においては JIS A 6202 附属書(2)の A 法一軸拘束供試体(以下 A 法供試体)を用いた評価が一般的だが、現場測定が難しいことなどの課題が挙げられている。そこで、「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会(JCI-TC094)」では、辻埜・橋田らが提案する鋼製軽量モールド供試体(以下モールド供試体)を用いた新たな膨張性能評価¹⁾の検討を行っている。この手法は、簡便かつ安価で A 法と同程度の膨張ひずみが測定できるとされているが、適用範囲の検討や理論的な妥当性の検討は十分ではない。

本研究では、異なる配合や養生条件下における、モールド供試体および A 法供試体の膨張ひずみを比較し、両者の関係を仕事量一定則の概念に基づき考察することで、鋼製軽量モールドを用いた簡易膨張性能評価の適用性を検討した。

2. 実験概要

2. 1 コンクリートの配合

W/B を 60%、50% の 2 水準とした。膨張材にはエトリンガイト・石灰複合系の低添加型を用い、セメントと置換して使用した。単位膨張材量は $20 \sim 70 \text{ kg/m}^3$ の 6 種類とし、s/a は 44.9%，空気量は 4%とした。

2. 2 養生

モールド供試体は脱型せずに封緘養生とし、A 法供試体は材齢 1 日まで封緘養生を行い、すべて脱型した後、封緘養生または水中養生を行った。

2. 3 拘束膨張ひずみの測定

図-1 に示す拘束具を用い、供試体を作製した。JIS 法と同様の A 法供試体に加え、規格の異なる鋼製軽量モールドを使用し、モールド供試体を作製した。膨張ひずみはいずれもストレインゲージによって測定した。A 法供試体については鋼材の中央上下 2ヶ所、モールド供試体は繋ぎ目部から 180° の位置に円周方向と軸方向に貼付した。計測は材齢 7 日目まで行った。

3. 実験結果

図-2 に材齢 7 日における、W/B60、50%のモールド円周ひずみ($\phi 100 \text{ mm}$)と A 法水中ひずみの実験値および後述する推定値の関係を示す。W/B60%では、膨張ひずみが 800×10^{-6} 程度(Ex50)までの範囲において、両者のひずみが同程度となった。W/B50%では A 法水中ひずみに対し、モールド円周ひずみが小さくなった。これは、W/B が低くなることによって水分が不足し、封緘養生における膨張材の反応が停滞したためと考えられ、後述する養生の影響(図-4)にも現れている。また、W/B60、50%における A 法水中ひずみが 800×10^{-6} 程度以上では、A 法水中ひずみに対し、モールド円周ひずみが大きくなった。これは、膨張が極端に大きい場合、一軸拘束である A 法では、膨張エネルギーが軸直角方向に分散してしまい、膨張ひずみを過小評価したためと考えられる。

4. 仕事量一定則の概念に基づく考察

図-3 に、各 W/B において、A 法ひずみを適切に評価できると考えられる、膨張ひずみが 800×10^{-6} 程度までの範囲の、封緘養生におけるモールド供試体と A

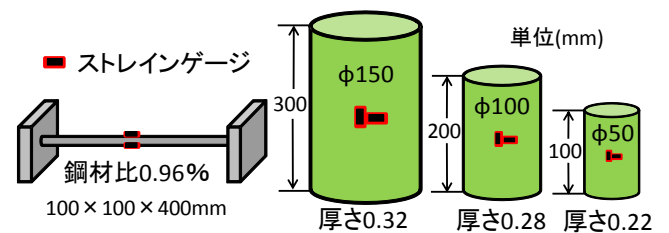
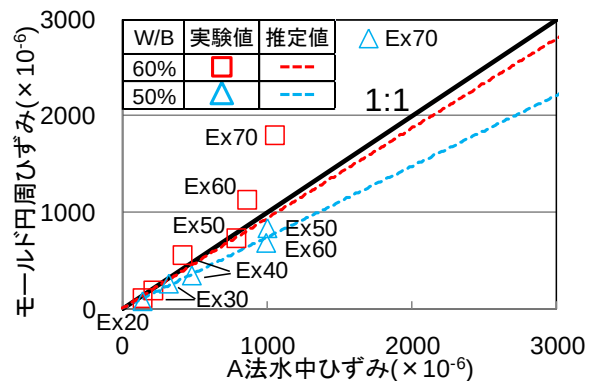
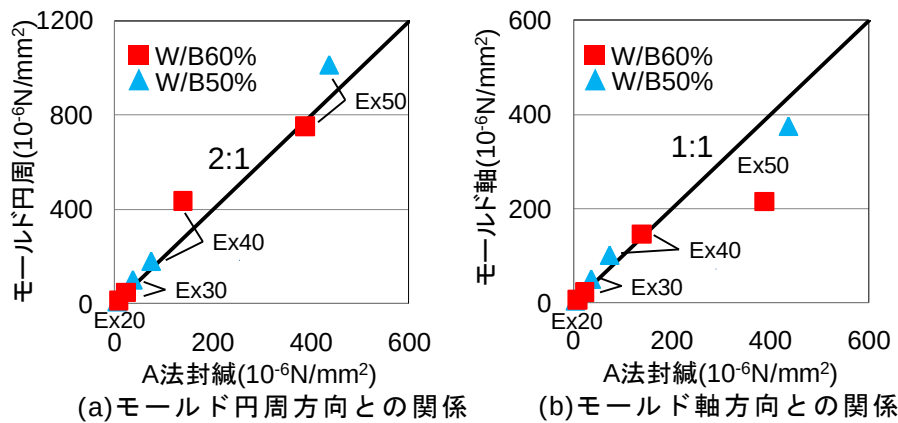


図-1 拘束治具の概要(左: A 法、右: モールド)

図-2 材齢 7 日 ひずみと推定値の関係 ($\phi 100$)

キーワード 膨張コンクリート, 膨張性能評価, 膨張ひずみ, 鋼製軽量モールド, 仕事量

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL:0277-30-1111 FAX:0277-30-1020

図-3 拘束方法の異なる供試体の仕事量の関係($\phi 100$)

法供試体の仕事量の関係を示す。図-3(a)、(b)から、モールド供試体の円周、軸方向の仕事量とA法の仕事量の関係は、概ね2:1、1:1の関係となった。これは、モールドによる拘束が、円周方向が二軸拘束、軸方向が一軸拘束であることによるものと思われる。また、この関係はW/Bによらず一定の関係であると言える。

図-4には、A法供試体における封緘養生と水中養生の仕事量の関係を示す。封緘養生の仕事量に対し、水中養生の仕事量が増加したが、その程度はW/Bが低くなるほど大きくなった。これは、封緘養生における膨張材の反応が停滞したためである。

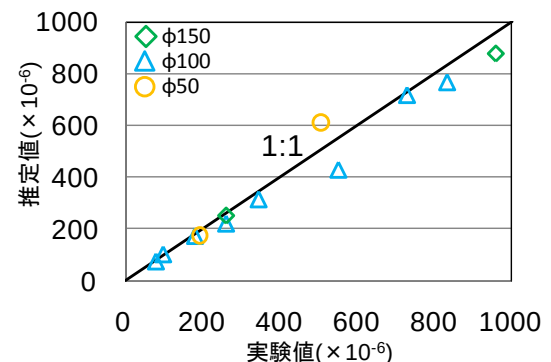
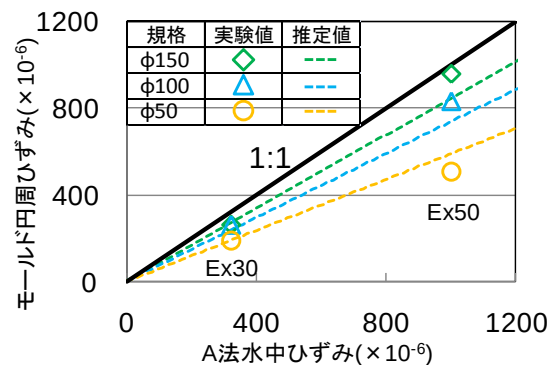
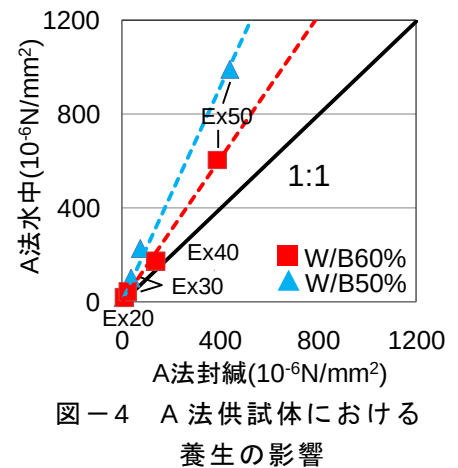
以上の仕事量の関係から求めた、モールド円周ひずみとA法水中ひずみの推定値と実験値の関係を、図-2中に示した。膨張ひずみが 800×10^{-6} 程度までは、推定値は実験値とよく一致している。また、推定値はいずれも直線であることから、モールド円周ひずみとA法水中ひずみは、ある範囲まではW/Bごとに決まった線形関係に分布すると思われる。つまり、モールド円周ひずみを計測することで、任意のW/BにおけるA法水中ひずみが推定できる可能性が示されたと言える。

図-5は、 $\phi 100\text{mm}$ のモールドひずみの実験値から得た図-3、図-4の関係をを用い、仕事量一定則から $\phi 150$ 、 50mm のモールド円周ひずみを推定したものである。小径になるほど、モールド円周ひずみは小さくなる実験結果を良好に予測できた。

図-6にはモールド円周ひずみの実験値と、A法水中ひずみからの推定値の関係をまとめた。いずれの条件においても推定精度は高く、推定手法の一般性を確認できた。

5. まとめ

A法ひずみを適切に評価できる範囲と考えられる、膨張ひずみが 800×10^{-6} 程度までにおけるモールド円周ひずみとA法水中ひずみの関係は、仕事量一定則の概念から説明ができた。モールド円周ひずみを計測することで、任意のW/BにおけるA法水中ひずみが推定できる可能性が示された。



謝辞

本研究は、高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会(JCI-TC094)の活動の一環として実施しました。委員会関係者に感謝いたします。

参考文献

- 1) 辻 真 人 ほか: 膨張材と石灰石骨材を併用した低収縮コンクリートに関する検討(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.925-926, 2010.9
- 2) 辻 幸 和: コンクリートにおけるケミカルプレストレスの利用に関する基礎研究, 土木学会論文報告集, 第235号, pp.111-124, 1975.
- 3) 辻 幸 和: コンクリート工学における膨張エネルギーの評価方法, コンクリート工学, 26(10), pp.5-13, 1988.