

プレストレスの有無がコンクリート表面の吸水膨張に与える影響の基礎的検討

東京工業大学 学生会員 ○早坂 駿太郎

東京工業大学 正会員 千々和 伸浩

東京工業大学 正会員 岩波 光保

1. 背景および目的

ポストテンション方式のプレストレスト構造物においてグラウト充填不良により PC 鋼材の腐食、破断が起きる可能性がある。充填不良箇所の調査では削孔やインパクトエコー法、X 線透過法などが用いられているが¹⁾、使用機材にかかるコストや調査に熟練を要する点から簡易なものとはいえない。そこで、PC 構造物におけるプレストレスの有無がそのコンクリート表面における吸水膨張に与える影響を測定し、その傾向について検討することで簡易的な残存プレストレス評価法の確立を目指す。本研究では健全な PC 構造物中のプレストレスが吸水膨張発生時に与える影響の基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 要素実験および解析

はりスケールでの解析に先立ち、小型角柱供試体を用い、プレストレス拘束がコンクリート表面の吸水膨張に与える影響を把握した。ここでは角柱供試体の長手方向に油圧によって圧縮力を与えた状態で、一側面のみ水分を吹き付け、コンクリート表面の軸方向と軸直角方向の膨張ひずみを測定した。

2. 1 実験方法

実験に用いたコンクリート供試体は 100×100×200mm の角柱で水セメント比は 55%とした。配合は表 1 に示すとおりである。使用した供試体は 7 日間の封緘養生の後、実験時の吸水膨張を促進するために 14 日間室温 60℃、相対湿度 10%の恒温恒湿室に静置した。この過程を経て、実験の 3 時間前に供試体を実験環境に移し、要素実験を開始した。表層での体積変化を測定するために標点間距離 30mm の防水

式ストレインゲージを使用し、これを供試体表面中央部の 2 方向（軸方向と軸直角方向）に貼り付けた（図 1）。供試体強度は実験時に 35.3N/mm² であり、その 30%相当の応力をプレストレス量として供試体の 100×100mm 面に持続载荷した。図 1 のようにストレインゲージを貼り付けた面に噴霧スプレーで 20 分間湿潤状態が保たれるように水分を与え続け、時間一ひずみ変化を測定した。

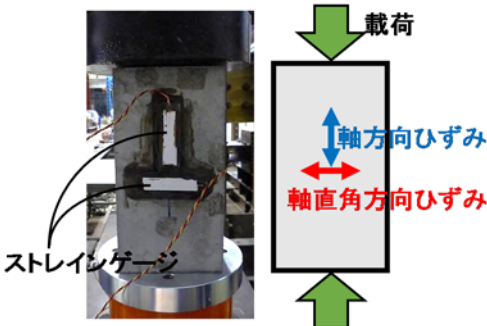


図 1 ひずみ測定と供試体設置の様子

2. 2 解析概要

要素実験と同様にコンクリート表面における軸方向と軸直角方向ひずみの発生傾向を材料・構造応答連成解析システム DuCOM-COM3²⁾を用いて確認した。今回使用したモデルは対象の要素実験供試体と同寸法・配合とした。実験と同様の封緘養生期間と温湿度履歴を与え、実験時の環境についてのみ気温 20℃、相対湿度 60%として計算を行った。持続载荷時の圧縮力もコンクリート 30%相当の応力を採用し、一側面のみ 20 分間水分供給し続けることで実験操作を再現した。2 方向のひずみは供試体中央から距離 15mm の点の座標変位量から算出した。

表 1 コンクリート配合

水セメント比	空気量	水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 剤
55%	6%	175kg	318kg	735kg	936kg	16g

セメント密度：3.15g/cm³ 細骨材、粗骨材密度：2.6g/cm³

キーワード コンクリート、吸水膨張、残存プレストレス評価法

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 緑が丘 1 号館 512 号室 TEL 03-5734-3194

2. 3 要素実験および解析結果

図2に要素実験とその解析の結果を示す。水分を噴霧した20分間については軸方向および軸直角方向ひずみともに実験における挙動を解析で再現できている。模擬プレストレスと同方向の軸方向ひずみについては、拘束によって体積膨張が制限され、圧縮クリープによって緩やかな収縮を示している。拘束のない軸直角方向ひずみについては約 15μ の増加が見られた。したがって、プレストレスの存在下では、その拘束力によってプレストレスと同一方向とその直角方向では体積膨張ひずみに $15\sim 20\mu$ の有意な差が生じることがわかった。

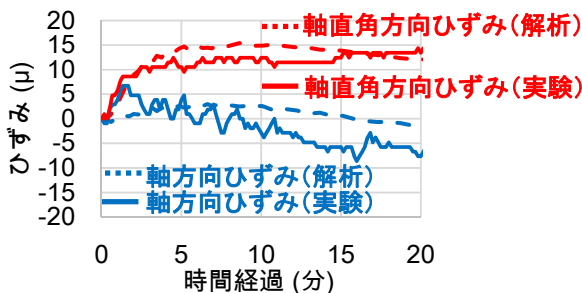


図2 要素実験と解析の2方向ひずみ挙動

3. PC はりの解析による検討

3. 1 PC はり解析概要

コンクリートはりにプレストレスが与えられている状態において、吸水膨張挙動が先の要素実験と同様の傾向となるのか解析によって検討した。コンクリートは水セメント比36.9%で圧縮強度 45.8N/mm^2 、PC鋼材には呼び名17mmのB種2号SBPR930/1180を使用して、はり長手方向にコンクリート圧縮強度の15%相当の応力が生じるように緊張した。打設後7日間封緘養生、材齢14日でプレストレス導入、材齢366日に図3に示したはり中央部に水分を与えて体積変化を測定した。全期間において気温 20°C 、相対湿度60%の環境条件下で計算を行った。水分の与え方とその時間は2.2と同様とし、ひずみ測定はPC鋼材高さと同じ底面から100mmではり中心位置を原点に、軸方向と軸直角方向へ距離50mmの座標の変位量から算出した。また、腐食等によってPC鋼材が破断し、プレストレスが消失したケースについても検討した。この場合、鋼材緊張後、材齢100日で軸方向ひずみ測定区間直下で長さ50mmのPC鋼材を消失させて破断を再現し、破断区間以外は付着が完全な状態でPC鋼材を残した。

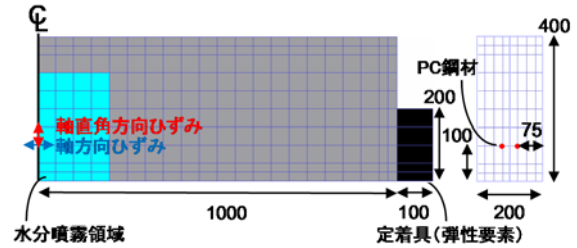


図3 PC はりの側面および断面図

(単位: mm)

3. 2 解析結果

図4にPCはりの解析結果を示す。PC鋼材が健全な状態では、軸方向と軸直角方向ひずみに 5μ 程度の差異しか見られなかった。しかし、破断したケースにおいて軸方向よりも軸直角方向ひずみが2倍となったのは、PC鋼材の破断によりPC鋼材軸方向へひび割れが形成され、軸直角方向の体積膨張が増加したためと考えられる。

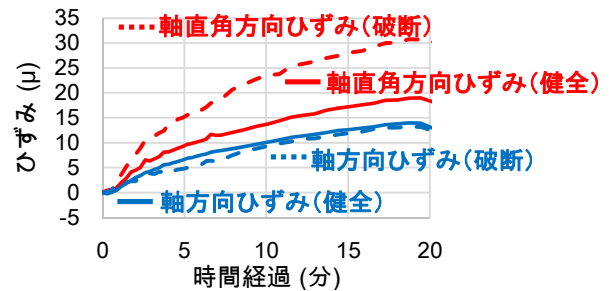


図4 PC はり表面の2方向ひずみ挙動

4. 結論

本研究によってPC構造物においてプレストレスと同方向の体積変化は拘束の影響を受けること、軸および軸直角方向の吸水膨張に 20μ 近くのひずみ差が生じることが確認された。これによって表層コンクリートの吸水膨張量の差を利用したポストテンション方式のPCにおける簡易的な残存プレストレス評価法確立のための基礎的な知見が得られた。

今後は、対象とするPCの内部水分状態の把握とそれに応じた体積変化挙動の判定、面的に 20μ 程度のひずみを有意に検出する方法の考案が必要である。

参考文献

- 1) 玄海彰典, 崎谷和也, 道路橋既設ポストテンションPC桁のグラウト充填不良に対する補修について, 近畿地方整備局研究発表会論文集, 施工・安全管理対策部門: No.22, 2013.7
- 2) Maekawa, K., Ishida, T., Kishi, T.: Multi-scale Modeling of Structural Concrete: Taylor & Francis, 2009