

膨張材による RC 梁の膨張収縮挙動と解析手法の適用

株式会社 奥村組 技術研究所 フェロー会員 ○東 邦和
株式会社 奥村組 技術研究所 正会員 中村敏晴
株式会社 奥村組 東日本支社 正会員 増井 仁
名古屋工業大学大学院工学研究科 フェロー会員 梅原秀哲

1. はじめに

膨張コンクリートの効果の大きさを評価するために、FEM 解析に初期の有効ヤング係数補正係数と膨張ひずみを与える方法を提案している¹⁾。構造物中の膨張ひずみの大きさは拘束度により異なることから、解析モデルのそれぞれの軸方向圧縮応力によって低減する方法を適用する。RC 梁試験体を作成し、コンクリートおよび鉄筋のひずみを測定し、配筋をモデル化した 3 次元 FEM 解析モデルによる解析結果と測定結果を比較して収縮低減効果を検討した。

2. 実験概要

使用材料と配合を表-1 に、試験体のケースを表-2 に示す RC 試験体と計測器位置を図-1 に示す。試験体は高さ幅共に 20cm、長さ 120cm の形状であり、周囲全てに 10cm 厚の発泡スチロールを設置し、断熱によりマスコンクリートを模擬すると同時に、型枠による拘束を緩和している。主筋は D16 と D22、フープ筋は D10 を使用した。

3. 実験結果

温度測定結果を図-2 に示す。打設温度 20℃、ピーク温度は材齢 1.25 日で 38.7℃であり、試験体中に温度差はない。コンクリートひずみ計によるひずみ測定結果を図-3 に示す。主筋方向ひずみは D16 で 275×10^{-6} 、D22 で 220×10^{-6} である。主筋直角方向ひずみは D16 で 535×10^{-6} 、D22 で 629×10^{-6} である。No.2 試験体は鉄筋拘束が大きいので、No.1 試験体と比較して主筋方向ひずみは小さいが、直角方向ひずみは大きい値が得られた。

鉄筋に貼付したひずみゲージによる鉄筋ひずみ測定結果の No.1 試験体を図-4、No.2 試験体を図-5 に示す。ピークひずみは D16 中央部で 344×10^{-6} 、D22 中央部で 295×10^{-6} である。端部のひずみは、

表-1 使用材料と配合

セメント	普通ポルトランド 密度 3.16g/cm^3
細骨材	富津産山砂、表乾密度 2.60g/cm^3
粗骨材	岩瀬産砕石、表乾密度 2.65g/cm^3 Gmax20mm
混和剤	リグニンスルホン酸化合物標準形
膨張材	主成分カルシウムサルフォアルミネート 低添加型
配合	水結合材比 55%、単位水量 166kg/m^3 単位セメント量 282kg/m^3 単位膨張材 20kg/m^3

表-2 試験体ケース

試験体 No.	形状	主鉄筋と鉄筋比	フープ筋とフープ筋比
1	200mm×200mm	D16 0.99%	D10, 11 本
2	長さ 1200mm	D22 1.98%	0.65%

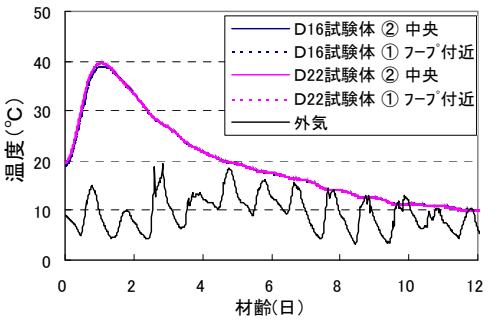


図-2 温度測定結果

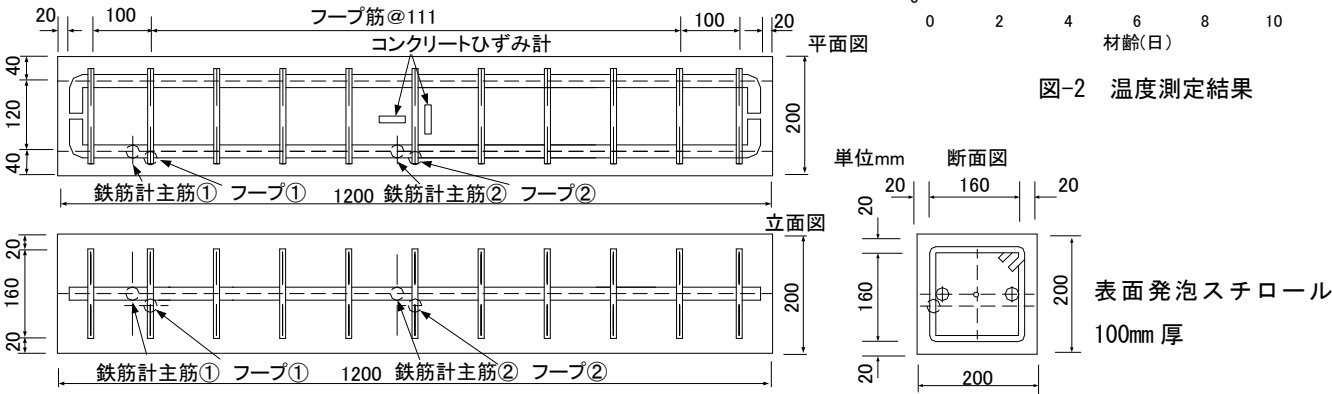


図-1 RC 試験体と計測器位置

キーワード：マスコンクリート，膨張コンクリート，温度応力解析，鉄筋拘束，ひずみ
連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387 (株)奥村組 技術研究所 TEL029-865-1521 FAX029-865-1522

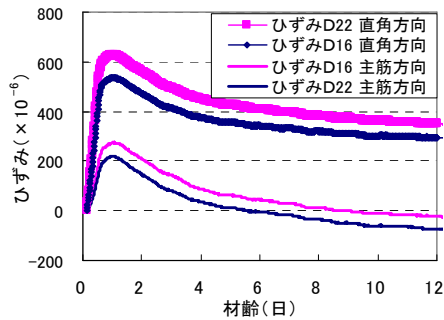


図-3 コンクリートひずみ測定結果

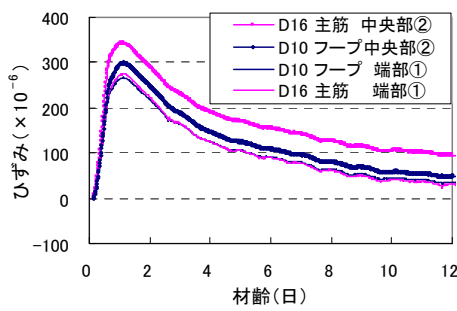


図-4 鉄筋ひずみ測定結果 No. 1 試験体

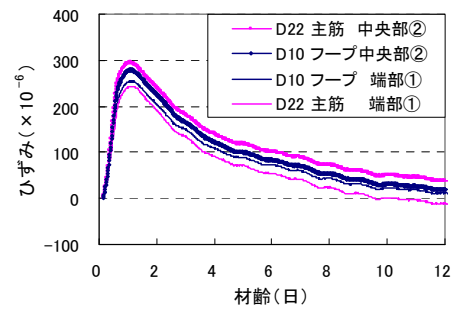


図-5 鉄筋ひずみ測定結果 No. 2 試験体

それぞれ $50 \sim 70 \times 10^{-6}$ 小さくなっている。フープ筋のひずみは、両試験体とも大きな違いはなく $250 \sim 280 \times 10^{-6}$ である。主筋方向のコンクリートひずみは、主鉄筋の拘束により鉄筋と同等のひずみ挙動となっているが、フープ方向は拘束鉄筋比が小さく断面長さが短いことから、膨張に対する拘束が小さく、コンクリートの膨張ひずみが大きいことがわかる。

4. 解析モデルと解析結果

解析は拘束圧依存性を示す双曲線式を用いて、時間軸における膨張ひずみの増分を各軸方向の拘束圧に従って低減して計算した¹⁾。双曲線式を式(1)に示す。

$$\varepsilon_{ci} = (\varepsilon_0 - \varepsilon_f) / (1 + a\sigma_i) + \varepsilon_f \quad (1)$$

ここに、 ε_{ci} : i 方向の膨張ひずみ

ε_0 : 無拘束の膨張ひずみ, ε_f : 拘束無限大の膨張ひずみ

a : 拘束圧依存パラメータ, σ_i : i 方向の拘束圧 (N/mm²)

膨張ひずみ低減に用いた双曲線パラメータは $\varepsilon_f / \varepsilon_0 = 0.05$, $a = 10$ とした。解析条件を表-3に示す。圧縮強度、ヤング係数と

材齢の関係は標準示方書に準拠した。解析に用いた膨張ひずみ $\varepsilon_0 = 700 \times 10^{-6}$ を図-6に示す。解析モデルを図-7に示す。コンクリートひずみの解析結果を図-8に示す。主筋方向のコンクリートひずみは D16 試験体で 270×10^{-6} , D22 試験体で 228×10^{-6} , 直角方向で 388×10^{-6} である。鉄筋ひずみ解析結果を図-9に示す。解析モデルでは節点位置で鉄筋要素がコンクリート要素と繋がれていることから鉄筋拘束が利いた結果となり、コンクリートひずみ(試験体中心位置)と鉄筋ひずみ(鉄筋要素位置)の値はほぼ等しい結果となった。

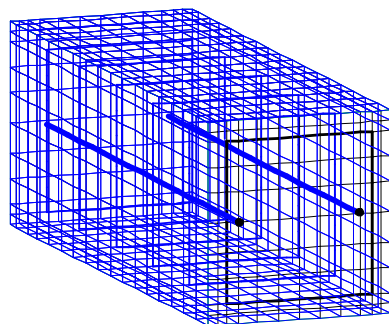


図-7 解析モデル (1/2 モデル)

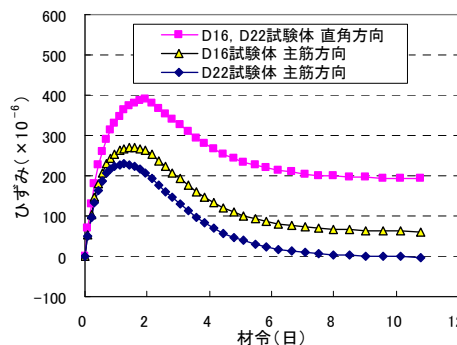


図-8 コンクリートひずみ解析結果

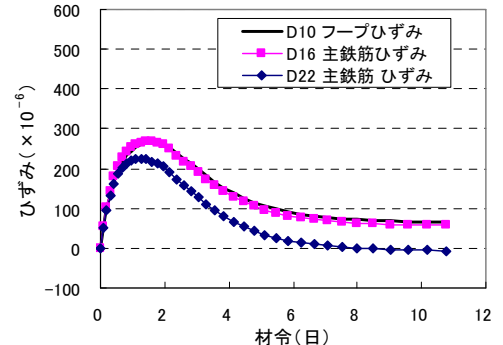


図-9 鉄筋ひずみ解析結果

5. まとめ

主鉄筋比の異なる梁試験体による膨張ひずみ測定により、主筋方向コンクリートひずみ及び鉄筋ひずみは、D16 試験体は D22 試験体の 1.3 倍及び 1.2 倍の値を得た。本手法による FEM 解析結果では 1.2 倍の値を得た。解析結果と測定結果の傾向は一致しており、RC 解析モデル用いて膨張材の収縮低減効果を解析できることを示した。

参考文献 1) 東 邦和, 中村敏晴, 増井 仁, 梅原秀哲: 膨張材によるマスコンクリートの収縮低減効果の解析手法と構造物適用, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.145-150, 2008.7