

膨張材によるスラブ状マスコンクリートのひび割れ防止効果の検討

株式会社 奥村組 技術研究所 正会員 ○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 技術研究所 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

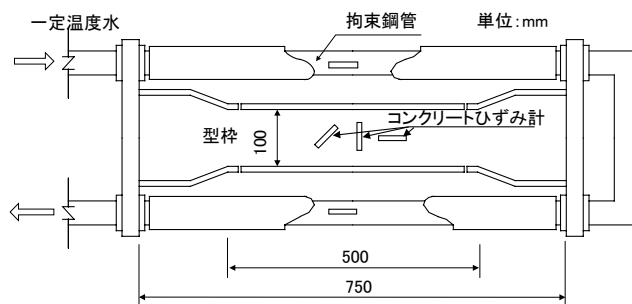
膨張コンクリートの効果の大きさを適切に評価するために、FEM 解析に初期の有効ヤング係数補正係数と膨張ひずみを与える方法を提案している¹⁾。構造物中の膨張ひずみの大きさは拘束度と拘束方向との角度により異なることを明らかにし、解析モデルのそれぞれの軸方向圧縮応力によって低減する方法を適用した。マッシブなスラブ構造物に膨張コンクリートを適用し、実測値と解析値を比較して膨張材の効果を検討した。

2. 拘束膨張試験

2.1 拘束膨張試験結果

拘束試験装置を図-1に示す。試験体中にひずみ計を埋設し、拘束方向および45°方向、直角方向のコンクリートひずみを測定した。コンクリートの配合は普通ポルトランドセメント、膨張材は石灰系（構造用）低添加遅延型を使用した。

温度可変室内に置いた試験体に与えた温度履歴のピーク値は55℃である。埋込んだコンクリートひずみ計による実ひずみを図-2に示す。拘束方向のひずみは、 183.6×10^{-6} が得られた。拘束直角方向のひずみは、 800×10^{-6} 程度の値が得られた。この値は、無拘束膨張試験のひずみに近い大きさである。45°方向は中間の値を示した。拘束の方向によって膨張ひずみの大きさが異なることが確認された。



注) 拘束度 0.46(ヤング係数比 10 の場合) JIS 原案準拠

図-1 拘束試験装置

2.2 解析方法

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方向の拘束圧に従って低減して計算する。双曲線式を式(1)に示す。拘束圧依存性モデルを図-3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 : 無拘束膨張試験の膨張ひずみ

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)

ここでは膨張試験から得られた無拘束膨張ひずみ ($\varepsilon_0 = 700 \times 10^{-6}$) を近似して双曲線パラメータを $\varepsilon_f / \varepsilon_0 = 0.05$, $a = 5$ とした。

3. スラブ構造物への適用と解析精度の検討

3.1 構造物概要と計測結果

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、拘束膨張、ひび割れ

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

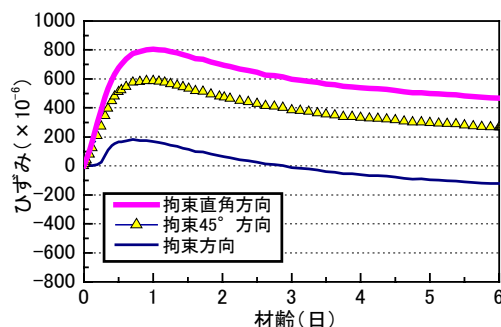


図-2 コンクリートひずみ測定結果

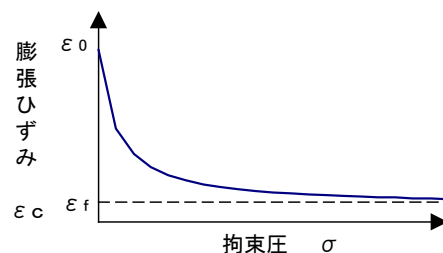


図-3 膨張ひずみの拘束圧依存性

構造物のスラブ（厚さ 1.2m）に膨張コンクリートを適用した。高炉セメント B 種，膨張材は CSA 系膨張材（低添加遅延型） 20kg/m^3 を使用した。本構造物は両サイドに深礎土留めを持つ逆巻き施工であり，上床スラブは底面に型枠パネルを敷いており厚さ方向の拘束はほとんどない。中心部ピーク温度は 68.4°C であった。コンクリートひずみの計測値を図-4 に，応力の計測値を図-5 に示す。道路軸直角方向のひずみが一番小さく，これは両側の深礎杭の拘束が大きいことによる。厚さ方向のひずみは無拘束の膨張ひずみの大きさである。応力の最大値は圧縮では道路軸直角方向で -0.95N/mm^2 ，道路軸方向で -0.37N/mm^2 であり， 45° 方向は中間値を示した。引張では道路軸直角方向で 0.83N/mm^2 ，道路軸方向で 1.50N/mm^2 であり， 45° 方向は中間値を示した。材齢 17 日で道路軸直角の 3 箇所誘発目地が働いてひずみと応力が変化している。

3.2 解析結果との比較

解析モデルを図-6 に示す。解析における補正係数（ ϕ ）は材齢 3 日まで 0.73，材齢 5 日以降 1.0 とし，その間を線形補間した。

温度の解析は中心部ピークで 66.8°C となり測定値より 1.6°C 低い結果であった。温度ピーク時の主応力分布を図-7 に，ひずみの解析値を図-8 に，応力の解析値を図-9 に示す。ひずみ解析値のピークは拘束の大きい道路軸直角方向で 421×10^{-6} ，道路軸方向 626×10^{-6} となり，計測値 153×10^{-6} ， 452×10^{-6} と比べて大きいひずみとなった。この理由は解析モデルの深

礎杭の拘束評価が小さいことによる。応力解析値の圧縮最大値は，道路軸直角方向で -0.88N/mm^2 ，道路軸方向 -0.47N/mm^2 となり，計測値と比べて比較的良好な精度を示した。

4. まとめ

3 次元 FEM 解析モデルによって，各要素応力軸にそれぞれ双曲線パラメータによる膨張ひずみの低減を与えることによって，各要素軸方向のひずみと応力を解析できると考えられる。スラブにひび割れは生じず，膨張コンクリートによるひび割れ防止の効果が得られた。

参考文献 1) 東 邦和ほか：膨張材を用いたマスコンクリートの収縮低減効果の解析手法の適用性に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.1147-1152，2005. 6

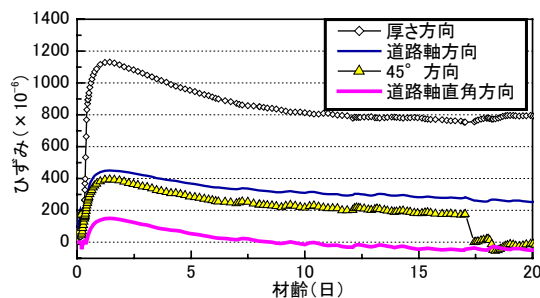


図-4 コンクリートひずみの計測値

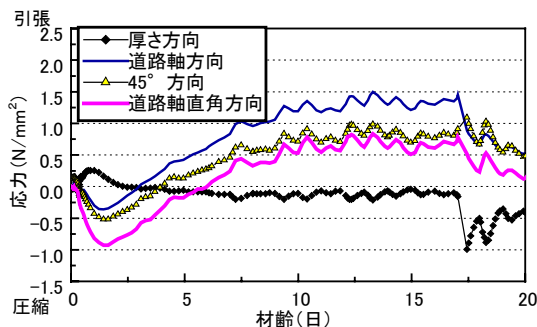


図-5 コンクリート応力の計測値

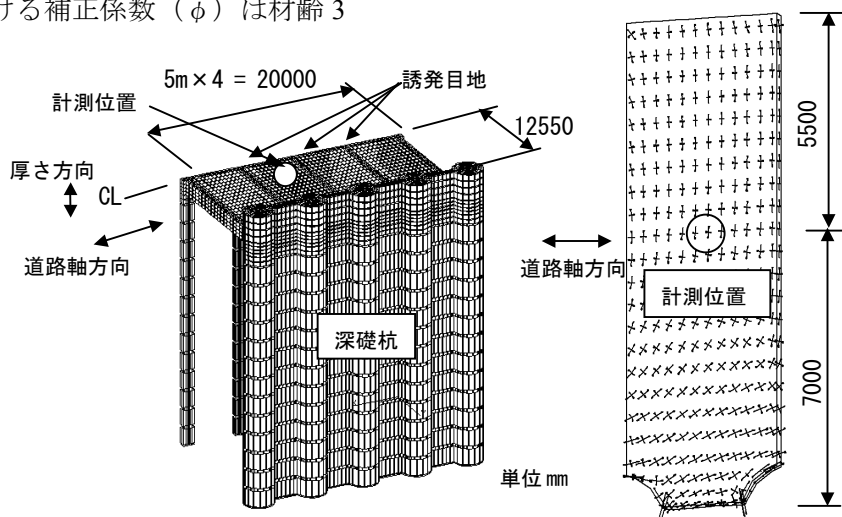


図-6 解析モデル (1/2 モデル) 図-7 主応力分布

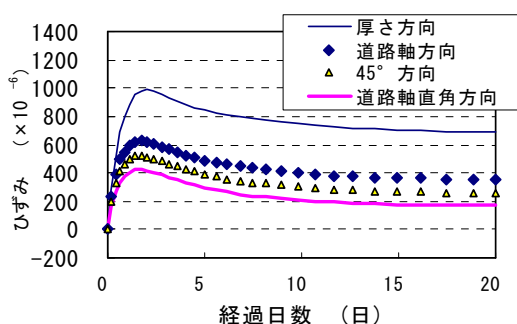


図-8 ひずみの解析値

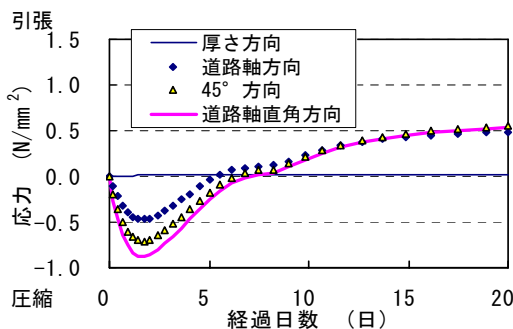


図-9 応力の解析値