

乾燥の影響を受けた膨張コンクリートの性能評価

広島大学 学生会員 ○梶田 紗英子, 岡崎 暁
広島大学 正会員 半井 健一郎
全国ボックスカルバート協会 柄澤 英明, 田所 雄治

1. 背景・目的

コンクリートの代表的な課題として、圧縮強度と比較した際の引張強度の低さと、それに伴う乾燥による収縮ひび割れの発生が挙げられる。これらを克服するために、膨張材を混入したコンクリート（以下、膨張コンクリート）の研究、活用が行われている⁽¹⁾。膨張コンクリートは、膨張材による収縮補償効果だけではなく、膨張材を多く混入し、鋼材などで拘束することで、ケミカルプレストレストコンクリートとしての効果を得ることができ、コンクリートの性能を向上させることも可能である⁽²⁾。

膨張コンクリートの性能評価を行うためには、入力値として拘束膨張ひずみの値が必要である。それを測定するための代表的な手法として JIS A 6202 附属書 2 の拘束膨張試験方法が規格化されており、材齢 7 日までの拘束膨張ひずみを用いて膨張コンクリートの性能評価を行っている。しかしながら、ケミカルプレストレストコンクリート製品の多くを製造するコンクリート製品工場での製品の保管方法は基本的に気中暴露であり、その間に乾燥収縮が進行し、膨張コンクリートの性能が低下する。そのため、封緘状態での材齢 7 日までの評価では、膨張コンクリートの正確な性能評価を行うことはできない。

本研究では、実環境での性能評価のため、膨張コンクリートを用いた実部材の乾燥を含めた簡便な性能評価の手法を検討することを目的とする。

2. 試験概要

ボックスカルバートの実部材供試体による拘束膨張試験を行った。膨張材置換量は 50kg/m^3 とし、工場製品と同じ養生を行うため、材齢 1 日までの蒸気養生の後、脱枠を行い、常温で気中暴露して保管した。供試体は (B) 600× (H) 600× (L) 2000 (mm) の全国ボ

ックスカルバート協会規格製品であり、鉄筋は全て D10 鉄筋を使用した。ひずみの計測は、各部材の上面と下面以外からの乾燥の影響を受けない供試体中央部の鉄筋に箔ひずみゲージを貼り付けて計測を行った。部材の断面形状寸法を図-1 に示す。しかしながら、実務上膨張コンクリート製品のそれぞれにひずみゲージを貼り付けて計測を行うことは困難であるため、簡易的に評価する手法として、同じ条件における円筒缶による拘束膨張試験（以下、円筒法）も合わせて行った。円筒法の拘束器具として、鋼製軽量型枠（直径 100mm、高さ 200mm のサミットモールド）を使用し、ひずみゲージは乾燥面からの深さに応じて 33mm、66mm、100mm の 3 箇所に水平方向に貼り付けた。円筒法の供試体の養生は、材齢 1 日までは実部材供試体と同じく蒸気養生を行った後、脱枠は行わずに、常温で上面 1 面のみ気中暴露して保管した。

それぞれの材齢において、実部材の部材厚さを円筒型枠の深さで置き換え、膨張コンクリート部材の乾燥面からの深さごとに仕事量保存の法則を適用することで、円筒法の膨張ひずみから実部材の膨張ひずみの予測を行った⁽³⁾。

3. 試験結果・考察

円筒法のひずみの実測値を入力値として、実部材供試体のひずみの値を算出した。このとき、円筒法と実

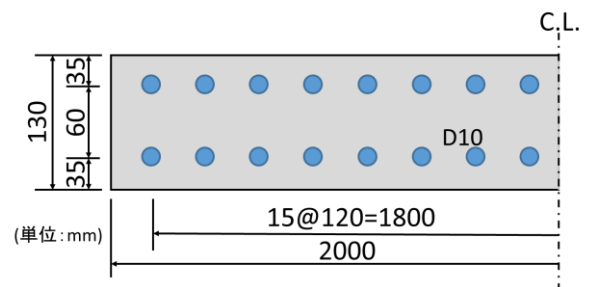


図-1 実部材供試体の部材断面

キーワード 膨張コンクリート、乾燥収縮、蒸気養生

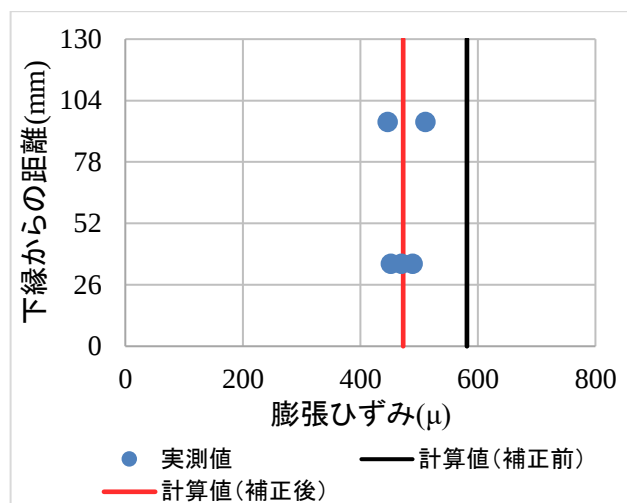
連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819・7828

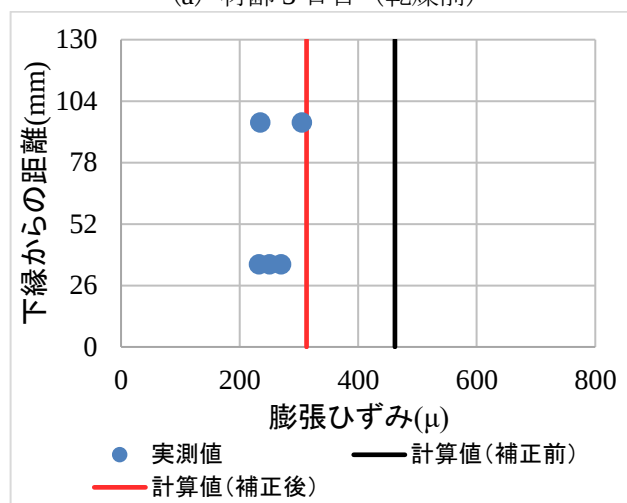
部材供試体の拘束の違いを考慮するため、単位体積あたりの膨張コンクリートが拘束に対してなす仕事量を用いて計算を行った。仕事量を用いることで、膨張コンクリートそのものがもつ膨張のポテンシャルを評価することができるため、円筒法の各測定点のひずみから得られた仕事量を深さごとに適用することで、乾燥の影響を含めた評価が可能になる。

実部材供試体の拘束膨張ひずみの実測値と、円筒法の拘束膨張ひずみから求めた実部材供試体の膨張ひずみの計算値を図-2に示す。図-2の(a)には初期膨張がほぼ収束して膨張挙動が落ち着き、なおかつ収縮の影響が小さい材齢3日目の値を用いて計算を行った結果を、(b)には乾燥収縮の影響を受けた後の結果として材齢91日目の結果を示している。円筒法から得られた計算値は実測値に比べると全体的に過大評価になる結果が得られ、特に材齢91日目の値の方が計算値と実測値の差が大きくなる結果となった。この計算値と実測値に差が生じた理由を分析するため、以下では、乾燥の影響を受ける前の値である材齢3日目の段階で計算値と実測値に差があることに着目して、補正の方法を検討した。

コンクリートの硬化時、実部材供試体には剛性の高い型枠を用いていたため、計算に用いた内部に配置された鉄筋以上の力で拘束されて初期膨張が小さくなり、脱型後にも膨張が十分に回復しなかった可能性が考えられる。実際に脱枠前後の実部材供試体および円筒法供試体の膨張ひずみの実測値を用いて計算した結果、脱枠前においては設計の約2倍の鉄筋量に相当する力で拘束されていることが分かった。そこで、材齢初期の拘束による膨張量の違いを補正するため、実測値から逆算して得られた円筒法の膨張ひずみを用いて、材齢3日目における円筒法から算出した膨張ひずみの計算値が実部材の実測値が一致するように補正を行った。その後、補正後の円筒法の材齢91日の膨張ひずみから実部材の膨張ひずみを算出した。これにより、材齢91日目の補正後の計算値は実測値に大幅に近づいた。ただし完全には一致しておらず、やや計算値は過大評価となった。これは、円筒法のひずみについて、深さごとの各測定点のひずみは互いに完全に独立したものと考えて計算したため、乾燥後の膨張ひずみの過大評価に繋がった可能性があり、今後更なる補正方法の検討が必要である。



(a) 材齢3日目 (乾燥前)



(b) 材齢91日目 (乾燥後)

図-2 実部材の膨張ひずみの深さ分布

4. まとめ

- ・ 円筒法の膨張ひずみから得られた仕事量を深さごとに適用し、実部材の膨張ひずみの算出を行った。
- ・ 円筒法から求めた計算値は実部材における実測値を過大評価したが、剛性の高い型枠による初期膨張の拘束の影響とともに、円筒法の上下のひずみの干渉による影響であると考えられた。

参考文献

- (1) Nagataki, S. and Gomi, H.: Expansive admixtures (mainly ettringite), Cement and Concrete, composites, Volume 20, Issue2-3, pp.163-170, 1998
- (2) Raktipong Sahamitmongkol and Toshiharu Kishi: Tension stiffening effect and bonding characteristics of chemically prestressed concrete under tension, Materials and Structures, Volume 44, pp.455-474, 2011
- (3) 辻幸和：ケミカルプレストレスの推定方法について、セメント技術年報, Volume 27, pp.340-344, 1973