ラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置を用いたコンクリート断面内の乾燥収縮ひずみ評価

| 太平洋セメント㈱ | 正会員 | \bigcirc | 嶌田 | 聖史 | 兵頭 | 彦次 | 落合 | 昴雄 | 江里口 | 玲 |
|----------|-----|------------|----|----|----|----|----|----|-----|---|
| 佐賀大学大学院 | 正会員 | | 伊藤 | 幸広 | 三田 | 勝也 | | | | |

1.はじめに

コンクリートの乾燥収縮は,主たる要因がセメント ペーストであり,骨材はそれを拘束することが良く知 られている.しかしながら,実際にコンクリート内部 でどのような変形が生じているか直接的に計測した 研究事例はほとんどない.本研究では,先行研究^{1),} ²⁾を参考にしつつ,よりひずみ計測精度が高いライン センサタイプ全視野ひずみ計測装置を用いて,コンク リート断面内の乾燥下でのひずみ分布の計測を行い, モルタルマトリクス-粗骨材相互の変形挙動の評価を 試みた.

2.実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

コンクリートの使用材料を表-1 に示す. セメントに は普通ポルトランドセメントを,細骨材には山砂を, 粗骨材には砂岩系の砕石 2005 を用いた. コンクリー トの配合を表-2 に示す. 単位水量,水セメント比をそ れぞれ 170kg/m³, 50%とした. 材齢 28 日における圧 縮強度は 48.7N/mm²,静弾性係数は 29.4kN/mm² であ った.

2.2 供試体概要および試験方法

供試体の概要を図-1 に示す.まず 300×400×400mm の型枠にコンクリートを打ち込み、7日間湿布養生し たのち脱型し、400(W)×400(L)×50(t)mmの供試体をコ ンクリートカッターで切り出した.切り出した供試体 の切断面の両面をディスクグラインダー用のダイヤ モンドホイールによって平面仕上げし、乾燥面(計測 面)とした.2日間水中浸漬した後、20℃-60%R.H.の環 境下で乾燥収縮試験を実施した.その際、乾燥面を除 く4面をアルミ粘着テープで被覆した.また、ライン センサタイプ全視野ひずみ計測装置により計測した ひずみ値とコンタクトゲージによる結果を比較する ため、供試体両側面にプラグ(検長:250mm)を設置した.

2.3 デジタル画像相関法によるひずみ分布測定

切り出した供試体の乾燥面 210×376mm の範囲に ついて,デジタル画像相関法(Digital Image Correlation

表-1 使用材料

| 材料 | 産地/銘柄 | 記号 | 概要 |
|------|--------------|----|---|
| 水 | 上水道水 | W | — |
| セメント | 普通ポルトランドセメント | С | 密度:3.16g/cm ³ |
| 細骨材 | 山砂 | S | 表乾密度:2.56g/cm ³ ,吸水率:2.33%, 実積率:66.6% |
| 粗骨材 | 砕石 2005(砂岩系) | G | 表乾密度 : 2.71g/cm ³ ,吸水率 : 0.56%, 実積率 : 62.0% |
| 化学 | 高性能 AE 減水剤 | - | ポリカルボン酸エーテル系 |
| 混和剤 | 空気量調整剤 | Ι | 変性ロジン酸化合物系 |



図-1 供試体概要



写真-1 ラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置

Method:以下,DICM と称す)によるひずみ分布の測定 を行った.DICM は,変形前後の測定対象物表面のデ ジタル画像を数値解析し,解析範囲内の任意の位置の 変位やひずみを求めることが出来る手法である.画像 の撮影には,写真-1 に示すラインセンサタイプ全視野 ひずみ計測装置を使用した.本装置は,内部の一定光 源により空間ゆらぎの問題がなく,読取り解像度 1200dpi で高精細な画像が取得できるものである.ひ ずみの解析基長を 3mm とした場合,平均誤差は 10 μ 程度である.

キーワード:乾燥収縮,デジタル画像相関法,ラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置,ひずみ分布 連 絡 先:〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント㈱ 中央研究所 TEL:043-498-3902

3. 試験結果

3.1 DICM とコンタクトゲージ法の比較

DICM およびコンタクトゲージ法によって得られ た乾燥期間 42 日までのコンクリートの乾燥収縮ひず みを図-2 に示す. なお, DICM の結果は, コンタクト ゲージの検長区間とほぼ同位置で 210×300mm の範囲 内の鉛直方向ひずみの平均値であり, グラフには計測 面両面の平均をプロットした. DICM の計測結果はコ ンタクトゲージ法による結果とほぼ一致しているこ とがわかる. 両者のひずみ差は最大でも 26 µ であり, 一定の精度を確保していることから,本手法による結 果は妥当性のあるものと判断した.

3.2 コンクリート断面内のひずみ分布

図-3 には、乾燥期間7日における計測範囲内の鉛 直方向ひずみのコンター図より部分抽出した図を示 す.なお、分解能の点で、セメントペーストと微細な 細骨材を分離することは困難であったため、モルタル と粗骨材の挙動について議論する.同図より、コンク リート断面内に生じる不均一なひずみ分布を可視化 できていることがわかる.モルタル、粗骨材ともにほ ぼ収縮挙動を示したが、その界面付近では膨張ひずみ が集中する領域が認められた.これは、粗骨材とモル タルとの間で引張応力が生じていることを示すもの と考えられる.同領域が、粗骨材の下面(型枠底面)側 に多く認められたことから推察すると、ブリーディン グによって組織が粗になったことによる影響が考え られる.

図-4は、図-3中のA-A、線上のひずみを示したもの である.モルタル部は収縮,界面は膨張,粗骨材部は 収縮していることが確認できる.モルタル部の収縮ひ ずみの平均値は-600μ程度,粗骨材部は-150μ程度と, 大小関係はモルタル>粗骨材であり,粗骨材がモルタ ルの収縮を拘束するという一般的な知見と矛盾のな い結果が得られた.また,モルタル-粗骨材界面部の 膨張ひずみは800μ程度であった.これまで,デジタ ル画像を用いてコンクリート断面内のひずみ分布を モルタル-粗骨材レベルで評価する試みは,外力によ る比較的高い応力-ひずみ条件下で検討されることが 多かったが,本手法によって,乾燥収縮のような低い 応力-ひずみ条件下においてもその分布を定量的に評 価できる可能性が示された.



4. まとめ

(1)ラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置を用い, 画像相関法によって求めた平均的な乾燥収縮ひずみ とコンタクトゲージ法による結果はほぼ一致した.
(2)本手法によって、コンクリート断面内の不均一なひ ずみ分布を可視化することができた.これによって、 骨材下面にブリーディングの影響と考えられる膨張 ひずみの集中領域が確認された.

(3) モルタルの収縮ひずみを粗骨材が拘束するという, 一般的な知見と矛盾ない結果が得られ,乾燥下でのコ ンクリート断面内のひずみ分布を定量的に評価でき る可能性が示された.

参考文献 1)青木優介ほか:デジタル画像撮影によるコンクリート 表面の収縮ひずみ分布測定のための基礎的検討,コンクリート工学 年次論文集, Vol.31, No.1, pp.673-678, 2009, 2)篠野宏ほか:コン クリートの乾燥により生じるひずみ分布と微細ひび割れ性状の評 価,コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.454-459, 2012