

## コンクリート部材の現有作用応力推定に関する基礎的研究

長崎大学大学院 学生会員 ○熊本和展 長崎大学大学院 学生会員 戸次翔 正会員 出水享  
(株)長大 非会員 板井達志 佐賀大学 正会員 伊藤幸広 長崎大学 正会員 松田浩

### 1 序論

コンクリート構造物の健全度調査や補修・補強を行う際、部材に実際に生じている応力状態(現有作用応力)を把握する必要がある。特にPC橋梁においては、現有作用応力を正確に把握する必要がある。PC橋梁の現有作用応力を測定する方法としては、スロットストレス法やコア応力解放法等がある。いずれの手法も応力解放による解放ひずみを計測して、現有作用応力を測定する手法だが、高精度に計測できていない<sup>1)2)</sup>。

そのような中、筆者らは、高精度に現有作用応力を測定することを目的として、光学的全視野ひずみ計測法の一つであるデジタル画像相関法(以下DICM)を用いた応力解放法によるスリット応力解放法を開発した。ここでは、スリット応力解放法について説明するとともに、計測精度検証実験について述べる。

### 2 スリット応力解放法

スリット応力解放法は、応力作用方向(プレストレス作用方向)に対して直角に深さ約20mm～30mmのスリットをコンクリートカッターで切削し、解放ひずみを発生させる。そして、スリット切削前後のコンクリート表面をCCDカメラで撮影し、その画像を用いてDICMにより解析し、スリット周辺の解放ひずみを算出する。次に、応力解放を再現したFEM解析を行う。解析では、モデルの作用応力を変化させて、計測値に最も近似する解放ひずみ分布を逆解析で求める。つまり、計測値に最も近似した作用応力が現有作用応力となる。図-1にスリット応力解放法の概要図を示す。

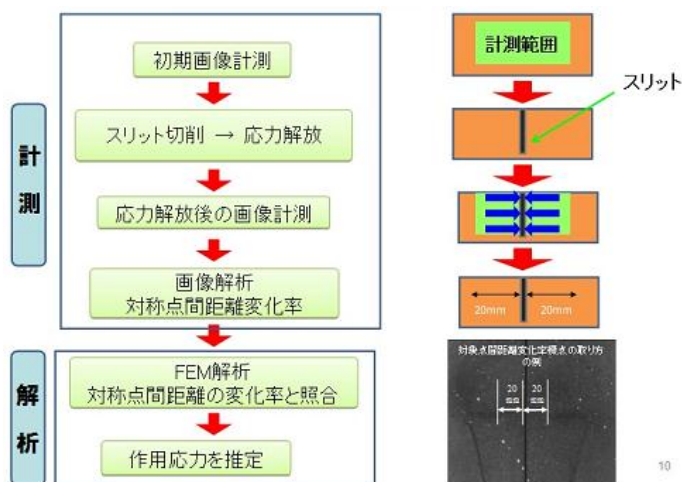


図-1 スリット式応力解放法概要

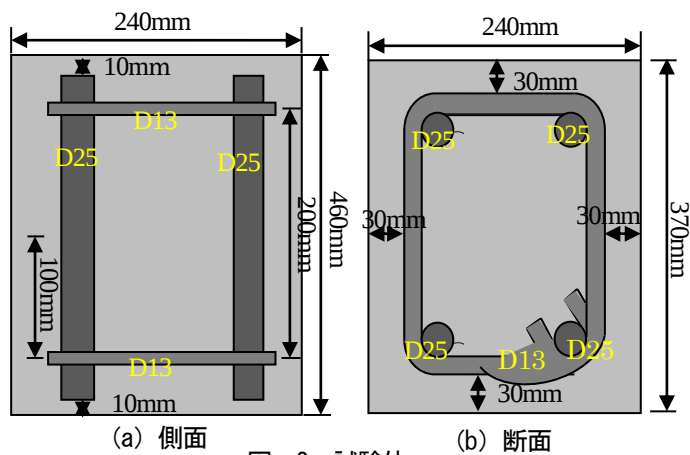


図-2 試験体

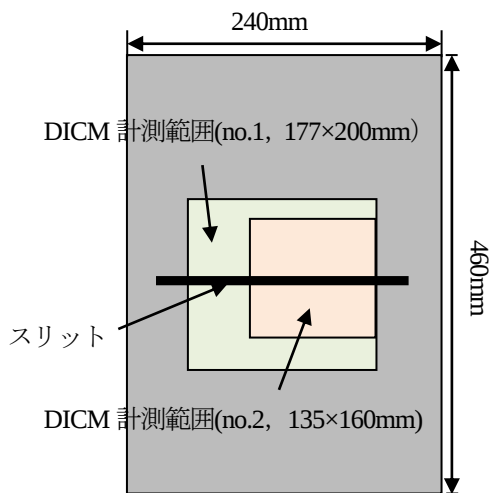


図-3 計測位置

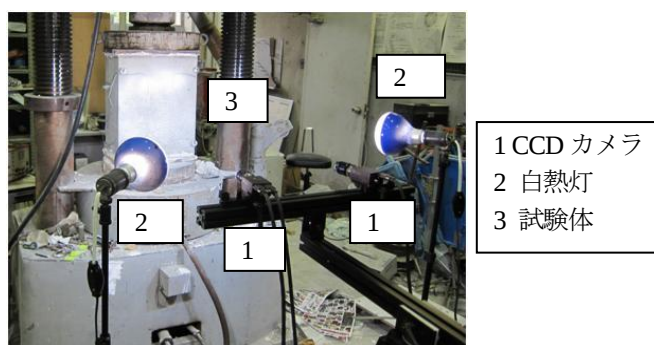


写真-1 計測状況

表-1 計測条件

|      | 距離 1(mm) | 距離 2(mm) | 解像度(mm/pixel) |
|------|----------|----------|---------------|
| No.1 | 1480     | 305      | 0.094         |
| No.2 | 1170     | 305      | 0.072         |

※距離 1：計測距離、距離 2：カメラ間距離

キーワード：デジタル画像相関法、ひずみ計測、応力解放

住所：長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学大学院工学研究科総合工学専攻

電話、FAX：095-819-2590

3 試験概要

鉄筋コンクリート(以下RC)試験体に圧縮試験機で一軸載荷を行い、応力解放を行った際の解放ひずみ変化量についてDICM計測装置を用いて計測し、FEM解析により得られた解析値と計測値を比較し、計測精度を検証した。

本試験に用いた試験体は、断面が370mm×240mmで長さが460mmのRC角柱である。鉄筋の配置を図-2に示す。試験体の端面(上下面)の研磨仕上げの精度や圧縮試験機ヘッドのわずかな偏心によりひずみ差が生じるため、端面に石膏を塗りその上から金属板を接着することで試験体にかかる荷重が全体でほぼ同等となるよう調整した。本試験では、一軸載荷で約10N/mm<sup>2</sup>の応力を発生させたRC試験体に、コンクリートカッターを用いてスリットを入れることにより応力解放を行った。

試験は2つの試験体に対して行った。それぞれを試験体No.1, No.2とする。DICMでの計測には、500万画素のCCDカメラ2台、ノートパソコン1台を使用した。DICMによる計測位置を図-3に、計測状況を写真-1に、DICMの計測条件を表-1にそれぞれ示す。

DICMの計測は、初期画像、変形画像を複数枚撮影し、解析時に複数枚撮影した画像に加算平均処理を行い、その画像を用いて画像解析を行った。また、計測精度を向上させるために、測定範囲全域において、一直線上の対象点距離変化率をスリット切削方向に数十測線平均化し、計測値とする。平均測線化数は、No.1は41、No.2は32である。解析条件を表-2に、解析モデルを図-4に示す。

4 試験および解析結果

スリット 30mm 切削時のスキャナ装置による計測とFEM解析により算出した2点間距離変化率分布を図-5に示す。図-5に示すようにNo.1では、7.40N/mm<sup>2</sup>、No.2では、8.88N/mm<sup>2</sup>作用させた解析値と計測値は一致した。解析結果を表-3に示す。載荷応力に対して誤差は、No.1で14%、No.2で8%となった。載荷応力と若干の差異があるが精度よく推定できている。この差異は、コンクリートの乾燥収縮の影響だと考える。

5 結論

本研究では、DICMと応力解放法を用いて対称点距離変化率を算出することにより、精度良く解放ひずみを計測することができた。今後は、10N/mm<sup>2</sup>以下の応力値で計測を行うと共に、乾燥収縮量やクリープ等影響についても検討していく。さらに、本手法を実橋梁に適用していく予定である。

参考文献

- 1)浅井洋ほか：フラットジャッキを併用した応力解放法によるコンクリート部材の現有作用応力測定，コンクリート工学，Vol.42，No.4(2004)，pp.26-32
- 2)肥田研一，上島睦，永吉竜二，高橋洋一，松田浩：削孔によるコア周辺の解放応力測定法を用いたPCT桁橋の残存プレストレス量の推定，土木学会第62回年次学術講演会(2007)，5-061，pp.121-122

表-2 解析条件

|       |                                             |       |
|-------|---------------------------------------------|-------|
| 解析タイプ | 2次元 FEM 線形解析                                |       |
| 要素タイプ | 8 節点四角形平面応力要素                               |       |
| 材料条件  | ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )                | 28100 |
|       | ポアソン比 ν                                     | 0.18  |
| 幾何条件  | 板厚 t=1mm                                    |       |
| 荷重条件  | 両側面より等分布荷重を与える。                             |       |
| 拘束条件  | X=151, Y=0(中心位置) : X・Y 方向固定<br>Y=0 : Y 方向固定 |       |

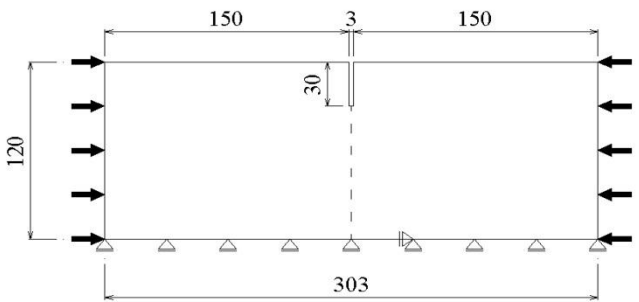
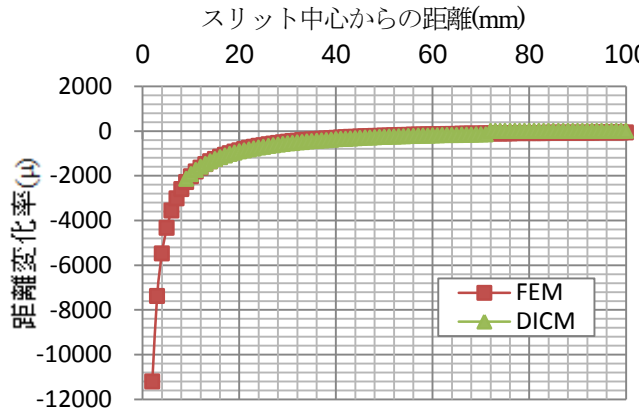
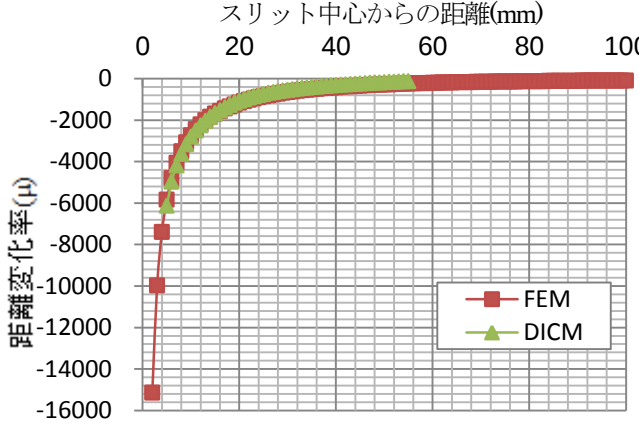


図-4 解析モデル



(a) No. 1



(b) No. 2

図-5 計測・解析結果

表-3 解析結果

| 試験体  | 載荷応力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 計測値 (N/mm <sup>2</sup> ) | 誤差 (N/mm <sup>2</sup> ) | 誤差率 (%) |
|------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| No.1 | 8.61                      | 7.40                     | 1.21                    | 14      |
| No.2 | 9.64                      | 8.88                     | 0.78                    | 8       |