デジタル画像相関法を用いたコンクリート桁の載荷試験時における非接触変位・ひずみ分布計測

長崎大学大学院 学生会員 〇 中原 勇気 長崎大学大学院 正会員 出水 享 佐賀大学大学院 正会員 伊藤 幸広 長崎大学大学院 正会員 松田 浩 (株)長大 非会員 板井 達志 (独) 土木研究所構造物メンテナンス研究センター 正会員 木村 嘉富

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化や維持管理の観点から 様々な要因で発生する変位やひずみを計測することは必要 不可欠である.こうした中,近年,非接触かつ全視野で計 測が可能な光学的計測技術による変位・ひずみ計測に関す る研究が盛んに行われている.筆者らは 2000 年頃から光学 的計測法の一つであるデジタル画像相関法(以下 DICM と 呼ぶ)を用いてコンクリートおよび鋼などの建設材料に適 用するため実験室レベルにおいて各種研究を行ってきた¹⁾.

そこで本研究では、DICM を実構造レベルの大型試験体 への適用可能性を検討するために、PCT 桁の撤去部材を用 いて 4 点曲げ載荷試験時における変位およびコンクリート 表面ひずみの計測を行った. DICM による変位計測精度の 検証のため、計測範囲に設置した変位計とパイ型変位計に よる計測値を比較した. 試験中には、近接目視によるひび 割れ観察を行った.

2. 試験概要

試験体には、塩害による劣化が激しく、供用後38年経過後に撤去された2径間単純ポストテンションT桁橋の撤去部材を使用した.試験体の側面図を図-1に、計測範囲を写真-1にそれぞれ示す.なお、載荷試験は土木研究所構造物実験施設の30MN大型構造部材万能試験機を用いて行った.

載荷試験では曲げひび割れ発生荷重(約 100kN)まで載荷を行った.

計測に関しては、DICM の計測器位置関係は、カメラ間 の距離は約400mm、カメラと計測面までの距離は約4080m mとし、この条件下で計測した画像解像度は約0.27mm/pix elとなる. すなわち、ゲージ長手方向において60mm ゲー ジは222pixelで構成されることになる. カメラのシャッタ ースピードは90msとした. なお計測範囲の明るさは約820 lux である.

DICM 計測範囲を写真-1 に示す. DICM の計測範囲は調 査桁の等モーメント区間の下フランジからウェブ中央まで の側面部(横 640mm×縦 400mm)とした. なお,計測範囲の 下フランジには,断面修復が行われている. DICM の精度 検証として,写真-1に示す調査桁下面に設置した変位計, 下フランジに設置したパイ型変位計(PI5-L, PI6-L, PI 7-L)から得られた計測値とDICM より算出した DICM 値 を比較した.

計測は,無載荷時に初期画像を 50 枚,それ以降 10kN 毎 に変形画像を 50 枚ずつ撮影した.

解析では、DICM の計測精度を向上させるために、各荷 重段階において 50 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²⁾.



		相関係数	誤差平均(mm)	標準偏差(mm)	変動係数
変位計		0.999	0.083	0.070	1.17
パイ型変位計	PI5-L	0.980	0.0045	0.0049	0.93
	PI6-L	0.139	0.0083	0.0067	1.24
	PI7-L	0.901	0.011	0.0120	0.93
	平均	0.673	0.0079	0.0079	1.03

キーワード:デジタル画像相関法、コンクリート、変位、ひひ割れ、ひずみ

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構造工学コース 電話, FAX: 095-819-2590

3. 試験結果

3.1 変位計測

DICM と変位計,パイ型変位計(PI5-L, PI6-L, PI7-L)による変位計測結果を図-2,図-3に,計測値の相関係数,誤差平均,標準偏差を表-1にそれぞれ示す.

変位計との比較より,相関係数は 0.999 と高く,標準偏差は約 0.07mm,変動係数は 1.17 となった.パイ型変位計 との比較により, PI5-L と PI7-L は,それぞれ相関係数 が 0.9 以上を得た.しかし, PI6-L の相関係数は,0.139 と小さい値だった. PI6-L の変位値が他に比べて小さいの は,断面修復箇所と既存のコンクリートが一体とならずに, 共に変形していることが原因だと考えられる.また,PI6 -L の相関係数が低い原因として,最大荷重時の変位値が 約 0.01mm と小さく,本計測条件下における計測精度の限 界だと考える.

3.2 ひずみ分布計測

DICM に得られた橋軸方向のひずみ分布図を図-4に示 す.図-4は、図-2に記載した番号①~⑤における各段階 のひずみ分布図を表している.分布図中には断面修復部分 を黄点線で記載している.また、⑥は荷重除荷後のひずみ 分布図となっている.

図-4から荷重の増加ともに、既存のコンクリートと断 面修復部の界面からひずみの集中が確認できる.これは PI 5-L, PI7-Lの変位値が大きく、断面修復部 PI6-Lの変 位値が小さいことからも説明がつく.載荷試験中には近接 目視によるひび割れ観察を行ったが DICM 計測範囲内での ひび割れは確認できなかった.また、荷重除荷後のひずみ 分布から前述した界面に残留ひずみが確認された.

4. まとめ

実験で得られた所見を以下に示す.

- ・実構造物レベルにおいても、DICM 計測は高精度に変位 計測が可能なことが分かった.しかし、画像解像度により計測精度が左右されることが考えられる.
- ・DICM により得られたひずみ分布図より目視では確認で きないひずみの集中を可視化することができた.

以上から DICM は、ひび割れの発生箇所やひび割れ進展 挙動を予測できる可能性を示唆するものである. 今後は、D ICM を実構造物に適用し、コンクリート構造物の維持に役 立てたい.

参考文献

- 松田浩,他多数:国土交通省建設技術研究開発費補助 金総合研究報告書「光学的非接触全視野計測法による コンクリート構造物のマルチスケール診断法の開 発」,2010.7
- 出水享,板井達志,藤野義裕,山下務,松田浩:撮影・ 解析条件がデジタル画像相関法のひずみ計測精度に及 ぼす影響,長崎大学工学部研究報告,41(77), pp.45-52, 2011



図-3 パイ型変位計測結果



図-4 ひずみ分布図