

ドリル削孔による応力解放時の光学的全視野ひずみ計測

長崎大学 学生会員 ○ 平山 龍 長崎大学 正会員 松田 浩
 長崎大学大学院 学生会員 大原 智裕 長崎大学 非会員 山下 務

1. はじめに

既設構造物において、その構造物に生じている応力が許容応力以内であるかを知ることは、維持管理を行う上で大変重要なことである。既設構造物の現有応力を計測する方法の一つとして、応力解放法が挙げられる。削孔等により応力を解放し、解放されたひずみを測定することで初期応力を算出する方法である。しかし、削孔による応力解放では、孔周辺の微小な範囲での応力変動を把握するため、ひずみゲージ法等の既存のひずみ計測法では、誤差も大きく実構造物への適用には多くの問題を含んでいる。

そこで本研究では、非接触全視野による計測が可能なデジタル画像相関法の応力解放法の適用性を確認することを目的とし、等方性材料を対象に応力解放試験を行った。

2. デジタル画像相関法の原理

3Dデジタル画像相関法は、2台の CCD カメラで撮影した、変形前後の計測対象物のデジタル画像を画像処理することで、全視野変位分布を求める方法である。その計測原理を図1に示す。変形前の画像において、任意の点(画素)を中心とした任意領域(サブセット)を指定し(図(a)),カメラを固定したままの状態では、計測物に変位を与える。変形後の画像でのサブセットの位置は変化し、これらの変形前後のサブセットのデジタル情報を比較し、変形後のサブセットの位置を決定する。このサブセットの中心の移動が計測点の変形量および変形方向となる(図(b))。

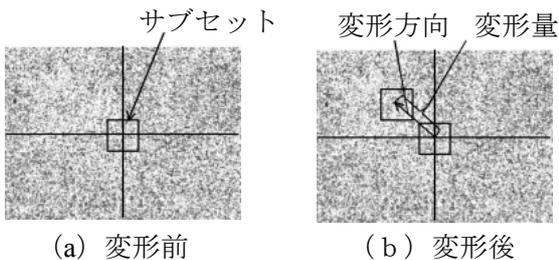


図1. デジタル画像相関法の計測原理

3. 応力解放試験

3.1 試験概要

本試験は、削孔法による応力解放をデジタル画像相関法によりひずみ計測したものである。図2(a)に示す石こう試験片(混水量42%)に一定圧縮荷重を載荷させ、その状態で試験片中心をドリル削孔することで応力を解放させた。また試験片裏面には3軸ストレインゲージを貼付し、孔周辺のひずみを計測した。ゲージ番号については図2(b)に示す通りである。

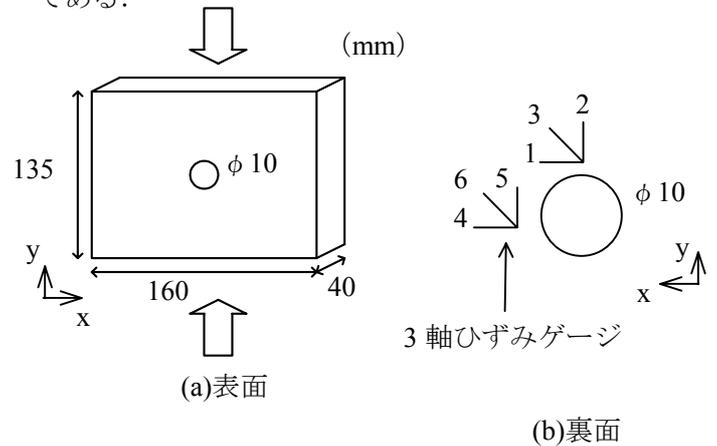


図2. 試験体概要

3.2 試験結果

3軸ひずみゲージの計測結果を表1に示す。応力解放後に多少のひずみ変動が確認できたが、ひずみ値の正負の変化までは計測することができなかった。その原因として、写真1に示すようにゲージと孔との距離が離れすぎていたためと考えられる。一方、デジタル画像相関法によるひずみ分布では、孔の縁付近まで計測することができ、応力解放後に孔付近でひずみの変動が確認できる(図3)。

表1. 3軸ひずみゲージの計測結果

ゲージ番号	無載荷	30kN載荷	応力解放時
ゲージ1	0	148	118
ゲージ2	1	-710	-414
ゲージ3	-2	-366	-135
ゲージ4	0	133	98
ゲージ5	3	-527	-658
ゲージ6	-2	-132	-205

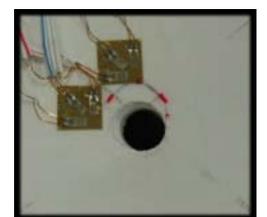


写真1. 試験片裏面

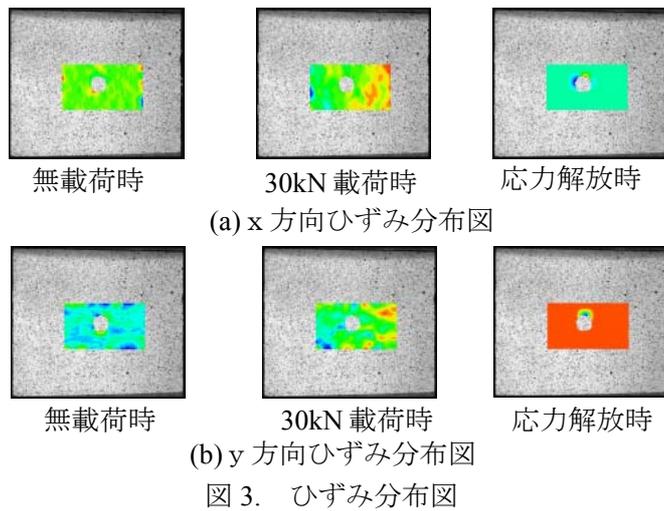


図 4 に示すような、孔の中心を原点とした座標軸を定義し、デジタル画像相関法により得られた x 軸上の x, y 方向の各々の孔周辺部のひずみ分布を図 5(a), (b) に示す. x 方向ひずみは削孔により応力が解放され、引張側から圧縮側へと大きく変化した. また、y 方向ひずみは圧縮荷重を載荷し続けているため、削孔により孔端部に圧縮ひずみが集中した. 以上より、応力解放法ではゲージでは計測が困難である孔周辺においても、デジタル画像相関法を用いることで、ひずみの変動を確認することができた.

3.3 有限要素法(FEM)による数値解析

試験結果を検証するため、FEM を用いて解析を行った. 解析では試験に用いた同一寸法のコンクリート(E=30000MPa)の弾性解析を行い、ひずみ分布の比較を行った. 解析により得られた孔周辺部のひずみ分布図を図 6 に示す. 孔周辺の引張・圧縮分布はデジタル画像相関法による結果(図 5(a))と概ね一致している. また、x 軸上の x, y 方向のひずみ分布を図 7 に示す. ひずみ分布図は、デジタル画像相関法の結果(図 6)と同一の傾向を確認することができた.

4. まとめ

デジタル画像相関法を用いることで、ひずみゲージでは計測できなかった孔周辺部のひずみ変動を計測できることが確認できた. また、その計測結果は、FEM 解析による結果と同一の傾向を確認することができた.

参考文献 肥田研一:「光学的計測法によるインフラ構造物の新しい計測法」に関する講習会, pp.137-143, JCI, 2006

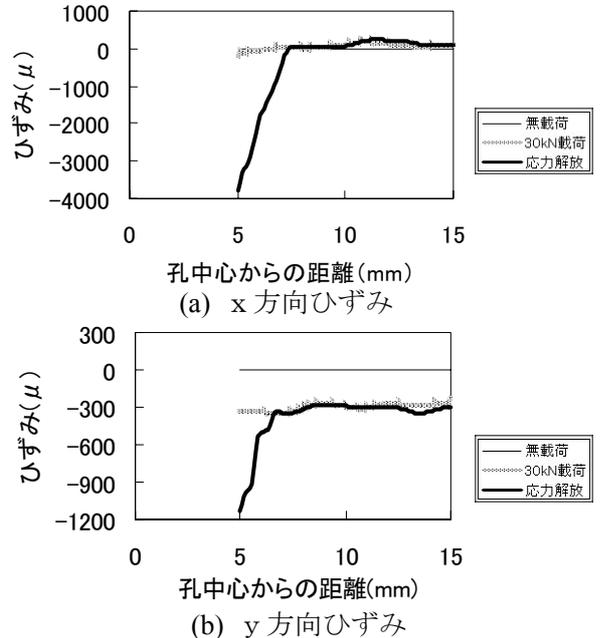
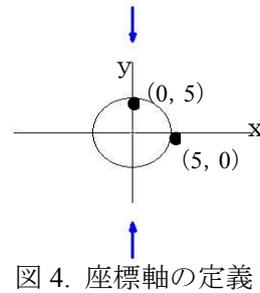


図 5. デジタル画像相関法による x 軸上のひずみ分布

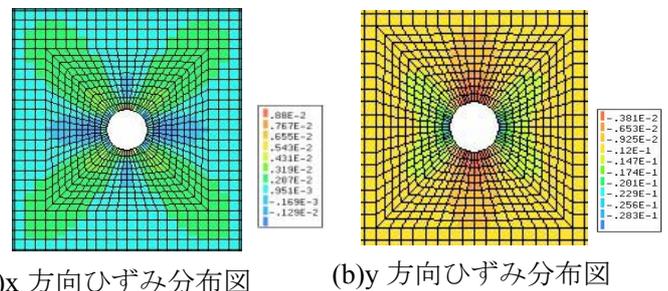


図 6. FEM によるひずみ分布図

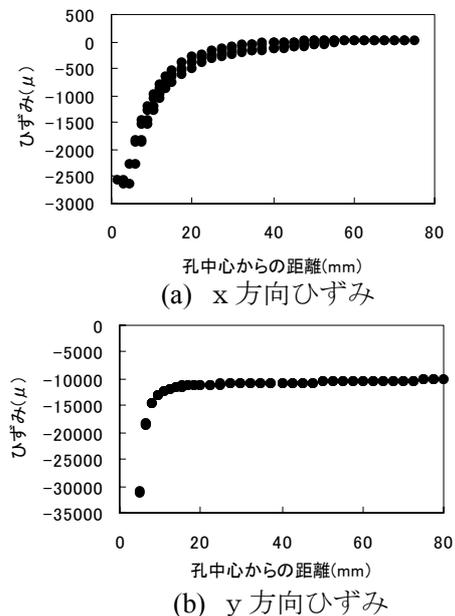


図 7. FEM による x 軸上のひずみ分布