デジタル画像相関法を用いたコンクリートのひずみ計測

○法政大学 学生会員 楠畑菜津子 法政大学 正会員 藤山知加子 東京工業大学 正会員 千々和伸浩

1.研究の目的

本研究の目的は、2次元のデジタル画像相関法のソフト である Ncorr を用いて、実験室レベルにおけるデジタル画 像相関法でのひずみ・ひび割れ計測に必要な条件を明らか にすることである.

2.Ncorr を用いたひずみ・ひび割れ挙動把握実験 2.1 供試体概要

図1に供試体概要を示す.100×100×400 mmのコンクリート角柱供試体を2体用いて載荷試験を行った.表1に撮影条件を示す.カメラパラメータはK-1はF値4.5,K-2ではF値4.5・ISO400・1/40秒とした.計測面には写真1(a)に示すような模様を用いた.使用したカメラはCanon EOS kiss x5を用いた.

2.2 実験結果 ひずみ分布

図2にK-1とK-2のデジタル画像相関法で計測したひ y ずみ分布を示す.また図中の黒い実線は目視で確認できた ひび割れを示す.どちらのひずみもひび割れを検知できて いることが分かる.しかし図2の赤い円の部分の実際のひ び割れ幅を一定の幅でひずみに換算した場合,K-1のひず みは245901µ,,K-2は655737µであるのに対し,Ncorrで 計測されたひずみはK-1は181349µ,K-2は-137250µであ った.よって実際のひび割れ幅をひずみに換算したものと Ncorrで計測されたひずみとの誤差はK-1では64552µ,K-2では792987µと大きなものであった.よって計測のひず み誤差を少なくできる方法を検討するため,不動実験を行 った.

3.ひずみ計測に関する影響要因の検討

3.1 不動実験概要.

100×100×200 mmの角柱供試体を荷重や変位を与えずに 数枚撮影を行い,ひずみを計測する.対象物が不動である ため,計測されたひずみは誤差である.供試体の撮影条件を 表2に示す.また使用したランダムパターンを写真1に示 す.不動実験は交流電流の蛍光灯のある 380lx 程度の光量 がある部屋で行った.検討項目はシャッタースピード・計 測時の明るさ・距離である.距離は供試体表面から,レン ズの先端の間と定義する.使用したカメラは Canon EOS kiss x5 である.

3.2 不動実験 結果

図3にそれぞれの検討項目でのひずみを示す.xx,yy,xy方向はそれぞれ長辺方向のひずみ,短辺方向のひず み,斜め方向のひずみを示す.(a)シャッタースピードでは1/1000秒以上になると誤差が他のシャッタースピー ドよりも大きかった.また(b)明るさは、ライトがある場合で誤差の減少が見られた.(c)距離(画像内の構成 pixel 数)に関しては、ひずみ誤差の絶対値をプロットした.結果はカメラと供試体が近づく、つまり画像内での対象 物の構成ピクセル数がより大きくなると誤差が小さくなることが分かった.以上の決定した条件を用いて、圧縮 試験でひずみ計測を行った.

4. 圧縮試験でのひずみ計測

4.1 実験概要

本実験では100×100×約200 mmの角柱供試体を2体用いて長辺方向への1軸圧縮試験を行い、そのひずみをひずみゲージとデジタル画像相関法で計測し、比較した.試験体概要を図4に示す.撮影条件を表2に示す.また キーワード デジタル画像相関法・ひずみ計測・コンクリート

連絡先 〒162-0842 東京都新宿区市谷田町 2-33 研究室 13 電話番号: 050-3136-4675



(a)パターンA (b)パターンB 写真1 ランダムパターン 表1 撮影条件

-		-			1	
No.	ライト	構成画 素	カメラ パラメータ	距離	検討項目	
3-4	1300lx	Ι	F29 · 1s · ISO100	20 cm		
3-5	1300lx	-	F4.5 • 1/40 • ISO100	20 cm		
3-6	1300lx	_	F4.5 · 1/100 · ISO100	20 cm	2.12 . H	
3-7	1300lx		F4.5 · 1/800 · ISO1600	20 cm	ンヤツター	
3-8	1300lx	_	F4 · 1/1000 · ISO1250	30 cm	XL-F	
3-9	1300lx	-	F4.5 • 1/2000 • ISO1000	30 cm		
3-10	無し (300lx)	-	F7.1 • 1/100 • ISO1600	_		
3-11	1800lx	-	F9 · 1/100 · ISO1600	-	明るさ	
3-12	2000lx	_	F14 · 1/100 · ISO1600	_		
3-13	34000lx	_	F14 · 1/100 · ISO1600	_		
3-14	無し	200 万	F4.5 · 1/100 · ISO1600	55 cm		
3-15	無し	400 万	F4.5 · 1/100 · ISO1600	36cm	DIC YAA	
3-16	無し	1100万	F5 · 1/25 · ISO100	25cm	地理	
3-17	無し	1400 万	F5 · 1/25 · ISO100	21cm	博成モクセル数	
3-18	無し	1800 万	F4.5 · 1/100 · ISO1600	17cm		

実験はなるべく光の変化の影響を受けないように夜間に行った. 撮影は2秒ごとに行った.

4.2 実験結果

4.2.1 4K-1

図 5(a)に 4K-1 の荷重とひずみゲージ・Ncorr から算出したひず みのグラフを示す. Ncorr のひずみは,約 130kN 時まではひずみ ゲージとの誤差が平均-155 µ であった. それ以降はひずみの値が 正の方向に挙動し始め,約 240kN 時にはひずみゲージの値とは 約 1000 µ 以上ずれた.

4.2.2 4K-2

図 5(b)に 4K-2 の荷重とひずみゲージ・Ncorr から算出したグラ フを示す.約 105kN 時まではひずみゲージとのひずみ誤差平均が 約-83.10µ, それ以降ではひずみの差が徐々に増加し誤差平均が約 -311.2µ であった. 全体のひずみの誤差は-282.7µ であった.

4.2.3 ひずみ計測の考察

(1)縦ひずみの値

ひずみゲージと Ncorr の誤差の要因として考えられることは、 それぞれの計測方法の違いである. Ncorr は 2 次元画像の変位か らひずみを算出しているが、ひずみゲージは縦の伸びだけではな く、コンクリートの膨張も含んだ数値となっている. そのためコ ンクリートが最も膨張する部分が供試体の真ん中であると仮定 して横ひずみと変位計で得られた縦方向変位より膨張した部分 の曲線の長さを算出し、膨張の影響を差し引いたひずみの値を算 出した. それを補正後縦ひずみとし、図 5 に示す. すると 4K-1 は 4% (130kN まで)、4K-2 は 21%程度 Ncorr の値に近づいた. (2)ひび割れ

図 6 にひずみ分布を示す.赤い丸のひび割れにおいて,実際の ひび割れをひずみに換算した場合,(a)4K-1 ではひび割れ幅約 1 mm で 81300µ となった.また 4K-2 ではひび割れ幅約 1.3 mmで約 108333µ となった.一方, Ncorr で計測されたひずみは 4K-1 では 84291µ であり,4K-2 では 85573µ であった.よって両者を比較す ると,4K-1 では 2991µ,4K-2 では 22760µ の誤差が生じていた. しかし,シャッタースピード等の条件を定める前に行った角柱供 試体(図 2(a)K-1 および(b)K-2) 計測の際の誤差と比較すると 97% 向上した.

5 結論

- Ncorr のひずみ計測誤差低減のためには、シャッタースピード を 1/1000 以下とすること、ライトを用いること、撮影距離を 小さくすることが有効である。
- (2) 実験室内での圧縮試験を対象として、上記実験条件を適用して Ncorr を用いたひずみ計測を行ったが、ひずみゲージとの 誤差は 100~300 μ 生じた. 更なる条件検討が必要である.
- (3) 一方,供試体ひび割れの検知については、上記条件の適用に よって精度の向上が見られた.

参考文献:Ncorr:http://www.ncorr.com/





表 2 撮影条件

No.	ランダム バターン	ライト	構成画素	カメラ パラメータ	距離
4K-1	A	360001x	350 万	F11 1/25 秒 IS0400	47 cm
4K-2	A	360001x	380 万	F13 1/25 秒 IS0400	45 cm



図6 ひずみ分布