

デジタル画像相関法を用いたゴム支承の変形計測

一般社団法人日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○井野裕輝・小野秀一・渡邊晋也
ゴム支承協会 今井隆・原暢彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、耐震性能の高いゴム支承が積極的に用いられている一方で、供用後のゴム支承にオゾンによるオゾンクラックと呼ばれる亀裂が発生することが報告されている。この亀裂の発生は、積層ゴム支承に圧縮荷重が作用するとゴム側面が膨らむとともに、ゴムに引張りが生じ、ゴムの引張り部がオゾンに侵されることが原因とされている。

このようにオゾンによる亀裂の発生には、オゾン濃度のほか、ゴム表面に発生している引張りひずみが影響していることから、荷重負荷時の変形量を把握することが不可欠であるが、ゴムのような大変形を許容する材料に対しては、既存のひずみゲージを用いたひずみ計測手法の適用は困難である。

これまで変形量の推定には、FEM 解析によって¹⁾²⁾行われていたが、計算結果やひずみ発生個所が解析によって異なるなど、実際の変形との整合は不明であった。そこで本研究では鉛直荷重および水平せん断荷重を負荷した時の支承の変形状態を把握し、変形性能の評価に寄与することを目的として、非接触で表面ひずみを計測できるデジタル画像相関法を用いて 2 種類のゴム支承を対象にせん断試験中の面的なひずみ計測を行ったものである。

2. 本試験で用いた試験体

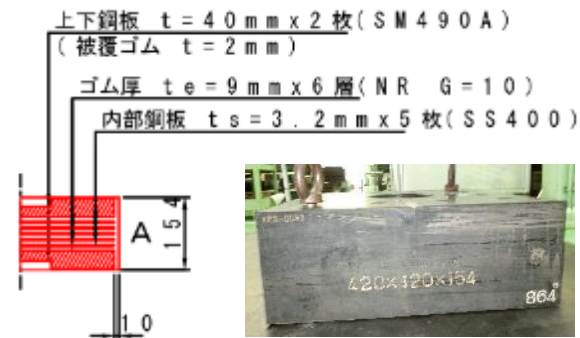
本試験で用いたゴム支承の内部構成を図-1 に示す。図に示す 2 種の支承はゴム総厚(Σte)を同じとしゴム一層の厚さ(te)が 1:2 としており二次形状係数($S1$)による圧縮変位と側面の膨出に差つけた供試体である。

3. 実験方法

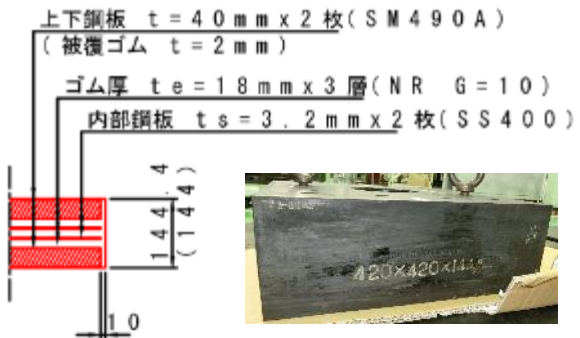
本研究では、デジタル画像相関法 (DICM) を適用し計測を行った。DICM は変形を捉えるためのターゲットを事前に計測対象領域に設置し、変形前と変形後にカメラで撮影する。画像からターゲットの移動量を数値解析によって算出し、表面ひずみに変換するものである。また、撮影用カメラを 1 面につき 2 台用いることで面外変形の測定が可能である。

試験条件を表-1 に示す。試験は鉛直荷重を負荷した状態でせん断試験を行った。せん断試験では、上面を固定し下面がスライドする試験装置を用いた。計

測対象領域は 2 面とし、計測用ターゲットは塗料を塗布して作成した。せん断変形に平行な面を A 面、直交する面を B 面とした。カメラは 1 面につき 2 台とし、面外変形計測にも対応させた。なお、計測間隔は 1 秒とした。



(a) Series1



(b) Series2

図-1 試験体の内部構成

表-1 試験体の形状寸法と試験条件

			Series1	Series2
幅・長さ	axb	mm	420	420
ゴム層1層の厚さ	te	mm	9	18
ゴム層数	n	-	6	3
総ゴム厚	Σte	mm	54	54
1次形状係数	S1	-	11.11	5.56
2次形状係数	S2	-	7.41	7.41
最大鉛直荷重	Rmax	kN	1920	1920
最大鉛直応力	σ	N/mm ²	12.0	12.0
せん断変位		mm	±37.8	±37.8
せん断変形率		%	±70	±70

キーワード：非接触ひずみ計測，デジタル画像相関法，ゴム支承

連絡先：〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 TEL:0545-35-0212 FAX:0545-35-3719

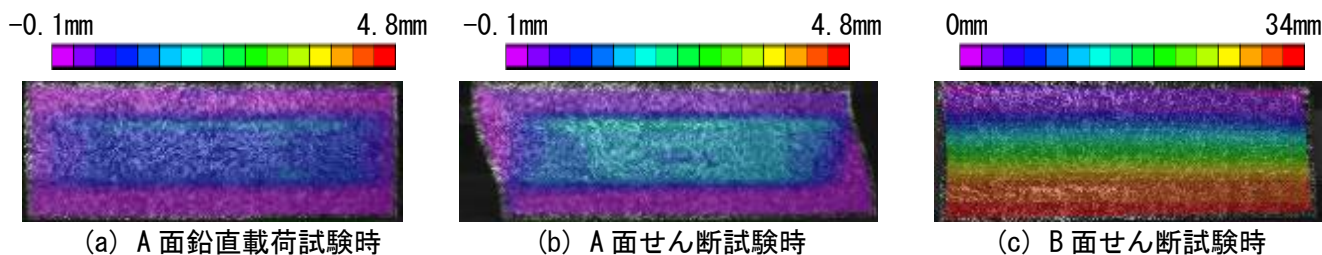


図-2 Series1 面外変位状況

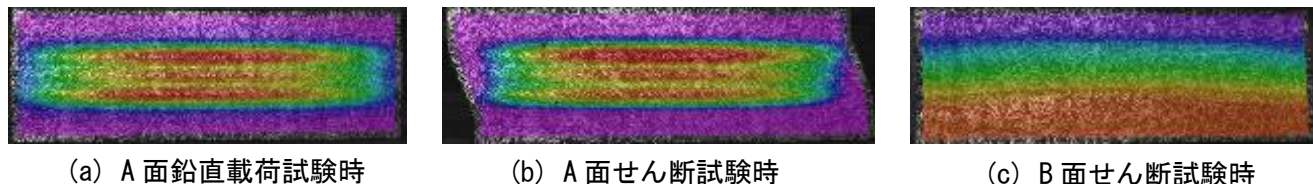


図-3 Series2 面外変位状況

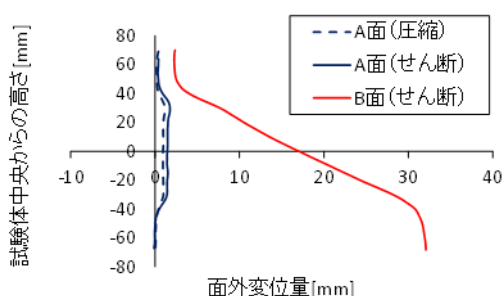


図-4 Series1 面外変位量

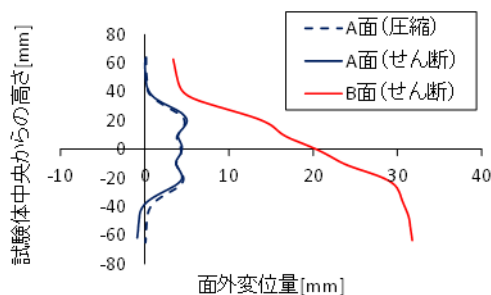


図-5 Series2 面外変位量

4. 実験結果および考察

それぞれのゴム支承の面外変形状況を図-2 と図-3 に示す。手前に変形した場合を正で表している。

4.1. 鉛直载荷試験時の面外変形

鉛直载荷試験時の A 面のコンター図を示した図-2(a)および図-3(a)より、 t_e が薄く、ゴムの積層数が多い Series1 では、ゴム層数の影響による凹凸が小さく明確に確認されないが、 t_e が厚く、ゴムの積層数が少ない Series2 では、ゴム厚さによる影響が顕著に表れている。また、 t_e の大きい Series2 では膨出量も大きい。このことから、ゴム支承の内部の構成により表面の変形状態が異なることが分かった。

4.2. せん断試験時の面外変形

図-2(b)および図-3(b)より、せん断方向に平行な A 面に関してはせん断変形による影響が小さく、鉛直力による面外変形が支配的であることが分かる。しかし、せん断方向に直交する B 面に関しては、図-2(c)および図-3(c)より、固定されている上面を基準に下に行くほど変形量が大きくなる変形となっており、内部の鋼板による面外変形の差は明確ではない。これは、せん断変形量が 37.5mm に対して、鉛直载荷による面外変形量は Series1 では約 2mm、Series2 では、約 5mm でと相対的に小さいためと考えられる。また、試験体中央における変形状態を図-4 と図-5 に示す。上述したように、せん断試験のせん断方向に平行な

面においては鉛直荷重の影響が大きく、せん断方向に直交する面においてはせん断変形の影響が大きいことが示されている。

5. まとめ

内部構成の異なるゴム支承に対して、せん断試験時の変形状態をデジタル画像相関法による測定を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 鉛直载荷試験においては、ゴムの一層の厚さによって面外変形状況が異なる。
- (2) せん断試験のせん断方向に平行な面においては、面外変形に占める鉛直荷重の影響が大きい。すなわち、圧縮荷重負荷時に生じた膨出形状はせん断負荷時も大きく変化しない。
- (3) せん断試験のせん断方向に直交する面においては、面外変形に占めるせん断変形の影響が大きく、ゴム層によらず面外変形状況はほぼ同様である。

今後は、試験時におけるひずみ分布の把握を行い、より詳細なひずみの検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 鶴野偵史, 行本直人: ゴム支承の表面亀裂に関する研究, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, pp. 769-770, 2009
- 2) 兼子一弘, 柴山聡: ゴム支承のオゾン劣化に関する研究, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, pp. 313-314, 2011