

名古屋工業大学大学院 学生員 ○ 結城 和宏
 名古屋工業大学大学院 学生員 加藤 覚
 名古屋工業大学工学部 正 員 上原 匠
 名古屋工業大学工学部 正 員 梅原 秀哲

1. はじめに

コンクリート構造物の耐力および耐久性を検討する上で、ひびわれ進展状態の解明が重要なものとなる。そこで本研究では、対象物の表面の微小変形を任意の領域にわたって測定可能なレーザースペックル法¹⁾のコンクリート表面の微小変形測定への適用について実験から検討を行い、コンクリートのひびわれ進展領域での微小変形状態の把握を試みた。

2. レーザースペックル法の適用

レーザー光線のような干渉性の高い光を粗面に照射すると、物体表面にスペックル模様という斑点状の模様が現れる。スペックル模様には物体表面の移動量に比例して移動する性質があり、この性質を利用して変位や速度を計測する方法をレーザースペックル法という。本研究ではスペックル写真法の中のヤング縞法を用いて表面微小変形量を検出した。この測定法は図-1に示す様に、大きく分けて2つの作業からなる。初めに、観測面の供試体表面に拡散させたレーザー光を照射し、載荷前と後の観測面を1つのフィルムに2重露光撮影する。このネガをスペックルグラムと言う。次に、このスペックルグラム上の観測点にレーザー光を拡散させずに当てるとヤング干渉縞が出現する。そこで、レーザー光を当てたスペックルグラム上の位置と干渉縞の本数と向きを記録する。観測点の微小移動量は干渉縞の本数に比例し、移動方向は干渉縞に垂直な方向になるので、微小移動量、移動方向および観測点の位置を求めることができる。図-2に干渉縞の一例を示す。なお、この

測定法では変位の正負を判別することはできない。また、カメラのレンズ径、絞り等の光学装置の設定に起因して測定可能範囲および測定可能領域に幅があり、光学装置の設定は測定精度にも関係する。今回測定を行った光学装置の設定では $15\mu\text{m}$ 程度から $360\mu\text{m}$ 程度まで測定可能である。ただし、上限値付近では干渉縞の出現頻度が少なく、出現しても判別が困難な場合が多い。

3. ひびわれ進展領域での微小変形の測定

3.1 実験方法

実験は混入する繊維の種類、量およびマトリックス強度の異なる繊維補強コンクリートを対象に、載荷スパン45cmの3等分点載荷の曲げ試験で行った。供試体は断面 $15\times 15\text{cm}$ 、長さ53cmとし、表-1に供試体の種類を示す。レーザースペックル法の測定可能領域内にひびわれが進展するようにひびわれ発生箇所を特定する必要から、供試体のスパンセンター下部に厚さ0.5mm、深さ1cmの切り欠きを設けた。実験は500tf耐圧試験機を用いて、供試体側方に電気抵抗式変位計を設置し、供試体全体の移動がないことを確認しながら行

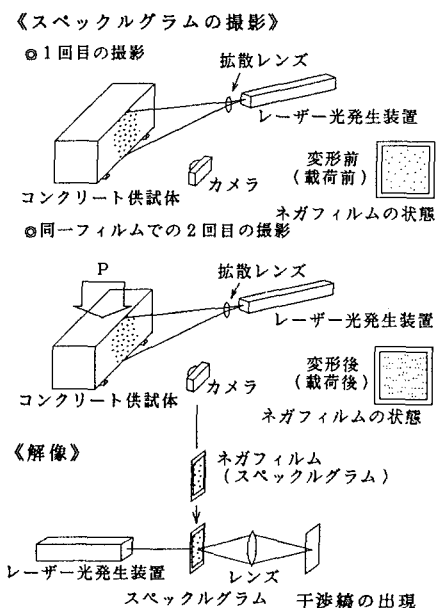


図-1 レーザースペックル法の測定手順

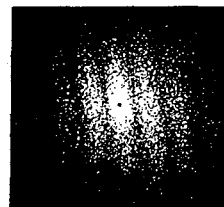


図-2 干渉縞の一例

表-1 供試体の種類

シリーズ名	圧縮強度 (kgf/cm^2)	混入繊維の 種類	繊維混入率 (vol%)
3S1	300	スチール	1
3S2	300	スチール	2
6S1	600	スチール	1
6S2	600	スチール	2
3V1	300	ビニロン	1
3V2	300	ビニロン	2
6V1	600	ビニロン	1
6V2	600	ビニロン	2
3F0	300	—	0
6F0	600	—	0

った。載荷速度はスペックル模様の撮影のために一定で行うことができないので、 π 型変位計を用いて開口部の変位制御による断続的な載荷となった。載荷時の状態を図-3に示す。撮影後フィルムを現像し、得られるスペックルグラムの観測面上でレーザー光を1mm間隔で走査し（供試体表面上で約5mmに相当）、出現する干渉縞を記録した。

3.2 実験結果および考察

図-4に表面の微小変形領域、領域内の各点の移動方向を示す。実線で囲んだ領域内で干渉縞が出現し、この領域外では干渉縞が消失していた。したがって、この領域内において表面の微小変形が生じたと思われる。また、領域内に点で示す干渉縞の傾きが変化した位置、すなわち、変位方向が変化する位置を結んだ方向にその後のひびわれの進展が確認された。領域については、3F0の領域に比べて6F0の領域の方がやや大きく、繊維を混入したシリーズの方が無混入のシリーズに比べて大きく形状も複雑になることが明らかとなった。また、繊維の混入率が1%から2%に増加すると、ひびわれ進展方向には広がらずに水平方向に広がる傾向があることが確認できた。さらに、

領域での変形量はひびわれ先端に近づくにしたがって、若干増すことが明らかとなった。このようにレーザースペックル法を用いることで二次元的にはあるが、任意の領域での変形量およびその方向を測定することが可能となり、ひびわれ先端近傍における破壊進行領域を視覚的に把握できる見通しが得られた。また、微小変形領域の形状は、繊維の混入の有無および繊維の混入量が影響していることが明らかとなった。

4. まとめ

- 1) レーザースペックル法を用いることにより、ひびわれ進展領域での微小変形状態を測定することが可能となり、コンクリート表面での破壊進行領域を視覚的に把握できる見通しが得られた。
- 2) 微小変形領域内の変形量は、ひびわれ先端に近いほど微増し、コンクリートの圧縮強度が高くなるにしたがって変形領域は拡大することが明らかとなった。また、繊維を混入することにより領域の形状が複雑になり、繊維の混入率が増加するにしたがってひびわれ進展方向への広がりが抑えられ、逆に垂直方向に広がることを明らかとなった。

<参考文献> 1) 山口一郎;スペックル法の原理,第一回手法別講習会「スペックル法」可視情報学会,1990年

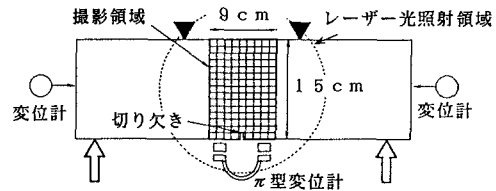


図-3 載荷時の状態

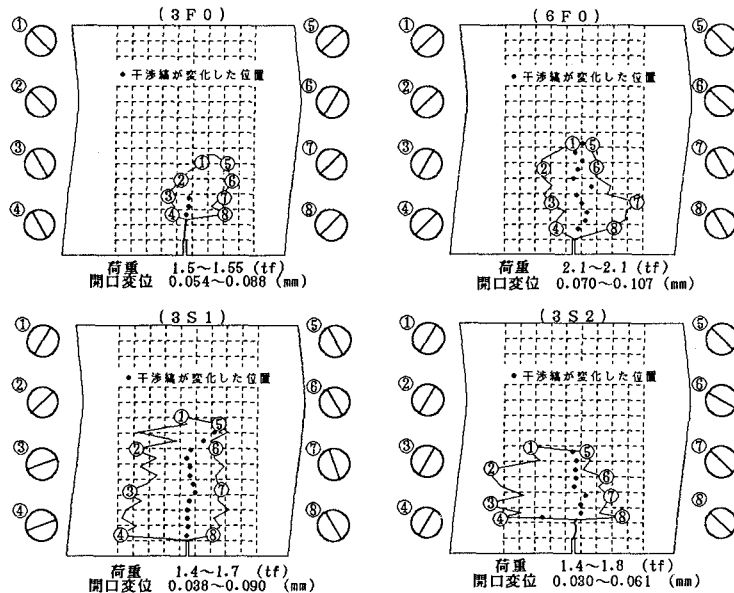


図-4 微小変形領域