

東北工業大学 正会員 秋田 宏  
 " " 小嶋三男

1. まえがき

乾燥収縮ひびわれも他の外力によるひびわれと同様、表面の引張応力が引張強度に達し、破壊進行領域が形成され、最終的に目に見えるひびわれに成長するものと思われる。しかしながら、ひびわれが目に見える以前の状況は、観測も容易ではないため十分には研究されておらず、未解明の部分が多いのが実状である。目に見えるひびわれ以前の状況を知るために、ホログラフィー干渉法による変位測定は、 $\mu$ 単位の測定ができることから、有益な手がかりを得る手段となる可能性がある。本稿ではそのための予備実験として、実際にコンクリート供試体に同法を適用し、 $\mu$ 単位の測定の可能性を確認することを目的とした。

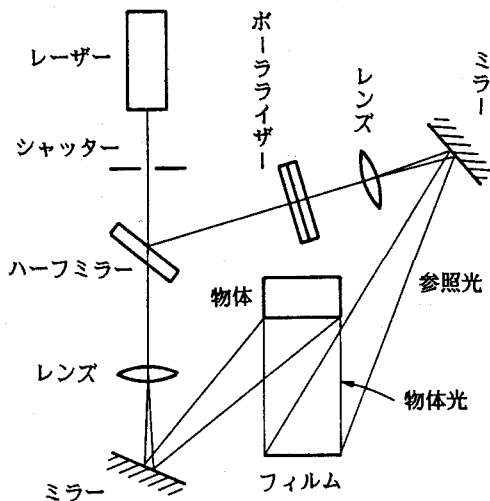


図-1 実験装置

2. ホログラフィーによる測定原理

物体(供試体)の水平変位を測定する目的で配置したのが図-1に示す実験装置である。可干渉光であるレーザー光を用い、ハーフミラーで分かれ物体で反射される物体光と、別の経路をたどった参照光をフィルム上で干渉させる。これを現像したものをホログラムと呼ぶが、 $\mu$ 単位の干渉縞であるため肉眼では何も見えない。このホログラムを元のフィルムの位置に置き、参照光のみを照射すると、元の物体が元の位置に再生される。これがホログラフィーである<sup>1)</sup>。

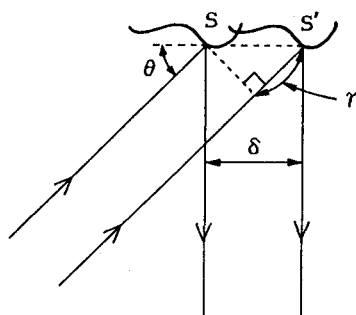


図-2 変位と光路差の関係

これを応用し、変形前後で2重露光したホログラムを作ることにより、変形前後の相対変位に対応した干渉縞を作り出すことができる。これをホログラフィー干渉法と呼ぶ。図-2は、変形にともなう変位と、対応する点を通る光の光路差の関係を示したものである。 $\mu$ 単位でみると、コンクリートの表面はきわめて凹凸の大きい粗面であり、S、S'を含む曲線が変形前後のコンクリート表面の一部を表わしている。干渉縞は、変形前の点Sと変形後の同一

の点S'を通る光の光路差 $\gamma$ を波長 $\lambda$ で割った数であるN次の縞となる。すなわち、SS'間の変位を $\delta$ とすれば、

$$N = \frac{\gamma}{\lambda} = \frac{\delta \sin \theta}{\lambda} \dots \dots (1)$$

ここで、S、S' に入射あるいは反射する光は実際には平行光ではないが、レンズやフィルムまでの距離に比べると、 $\delta$  が圧倒的に小さいため平行光として扱えるのである。実験に用いた He-Ne レーザー光の波長が  $0.62 \mu$  であり、本実験の位置関係では  $\theta = 45^\circ$  であるため、1 次の縞に対応する変位は  $0.88 \mu$  となり、約  $1 \mu$  程度の変位測定が可能となる。<sup>2)</sup>

### 3. 実験

予備実験であるため、比較に便利のように既知の変位を与えた。図-3 のような、 $10 \times 10 \times 4 \text{cm}$  のコンクリート供試体を傾斜ステージに載せ、マイクロメーターにより右端を  $10 \mu$  だけ上昇させる。この場合供試体は微小回転をするが、回転角度がきわめて小さいため、その変位場は容易に把握できる。すなわち、水平変位の分布は下端が 0 で上端が  $10 \mu$  であり、図-3 のように上下には直線的に変化し、それぞれ水平変位の等しい点を結ぶと水平な線になる。したがって、予想される干渉縞すなわち等変位線は図のようになる。

ホログラフィーによる干渉縞は写真-1 であり、予想されたようにほぼ水平な縞となっている。完全に水平でないのは、物体光が平行光線でないこと等によるものと思われる。マイクロメーターの最小目盛りが  $10 \mu$  なので、頂部の水平変位  $10 \mu$  はあまり正確ではないが、

$$\frac{10 \sin 45^\circ}{0.62} = 11.4 \quad \dots (2)$$

に対応する 11.5 次の縞が頂部にあり、最下端の明部が 0 次の縞である。

### 4. あとがき

実際にコンクリート供試体を用いた、ホログラフィー干渉法による変位測定実験で、 $\mu$  単位の測定が可能であることが確認された。同法は、暗室での実験となり、除振に配慮する必要がある、干渉縞から変位を読み取るには工夫と経験を必要とする等の不便はあるが、 $\mu$  単位の測定ができ、しかも面全体の変位場が把握できる等の大きな利点がある。そのた

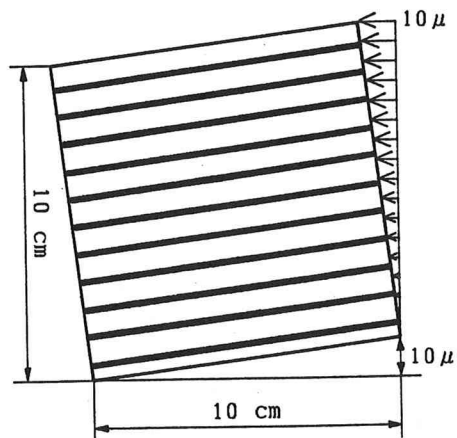


図-3 変位分布と等変位線

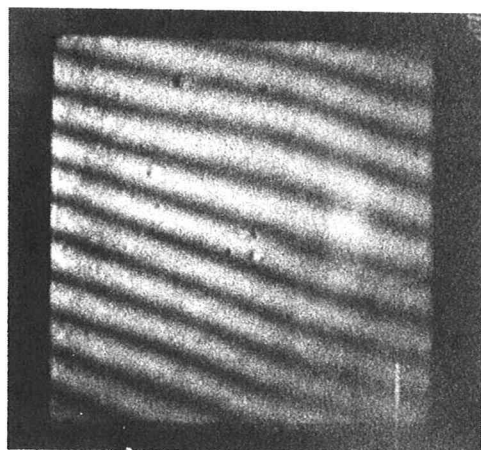


写真-1 干渉縞

め、ひびわれ発生機構の解明など、コンクリートの破壊力学的な観点からも、重要な計測手段になるものと思われる。

### 参考文献

- 1) 中島真人・花野和生：ホログラフィーハンドブック，暁印書館，1985。
- 2) 辻内順平・鶴田匡夫：粗面を用いるホログラフィー干渉，応用物理，Vol.36，No.3，pp.232-239，1967。