

V - 9

ホログラフィーを利用したひびわれの検出

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、さら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が、有益な手がかりを得る手段となる可能性があることをすでに報告したところである¹⁾。本稿では実際にコンクリート供試体に同法を適用し、目に見えないひびわれを検出することを目的とした。

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。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、 μ 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²⁾。これがホログラフィーである。

これを応用し、変形前後で2重露光したホログラムをすることにより、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。 μ 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 γ を

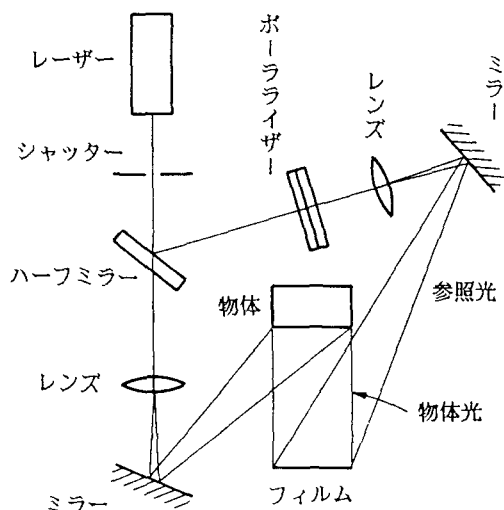


図-1 実験装置

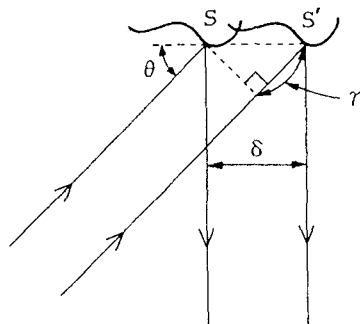


図-2 変位と光路差の関係

波長 λ で割った数であるN次の縞となる。すなわち、S S'間の変位を δ とすれば、

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

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、 δ 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 0.62μ であり、本実験の位置関係では約 $\theta = 45^\circ$ であるため、1 次の縞に対応する変位は 0.88μ となり、約 1μ 程度の変位測定が可能となる³⁾。

3. 実験および考察

脱型後 3 ヶ月間養生槽に放置した $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を気温 20°C 、相対湿度 60% の環境で乾燥させた。乾燥開始後 2 時間あるいは 3 時間間隔で 2 重露光したホログラム再生像の一例が写真-1 で、21 時から 24 時までのものである。また、写真-2 は 24 時間の実験終了後、供試体の観測面に黒インクを塗り、湿布で拭き取った後の写真である。写真-2 には乾燥収縮ひびわれが明瞭に見えているが、インクを塗る前は肉眼やルーペで検出できなかったものである。

写真-2 に見られるひびわれパターンのいくつか、写真-1 にも見られることがわかる。写真-1 のひびわれは 21 時から 24 時までの間にできたものであるため、写真-2 のひびわれがすべて写真-1 に見られるわけではない。しかし、かなりのひびわれが写っていることから、この時期にひびわれができて始めていることもわかる。また、ひびわれを明瞭に見るためには、写真-2 が優れているが、乾燥収縮ひびわれを観察するためには、供試体を湿布で拭いて乾燥条件に影響を与えることが大きな欠点である。一方、ホログラフィー干渉法では供試体に触れることなく観測でき、観測の時間間隔も任意に選ぶことができる。

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ひびわれ検出実験で、ひびわれのでき始めの観測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、 μ 単位の測定ができ、観測の時間間隔も任意で、しかも

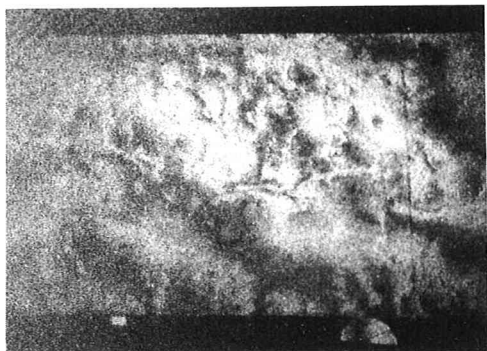


写真-1 検出ひびわれ(1)

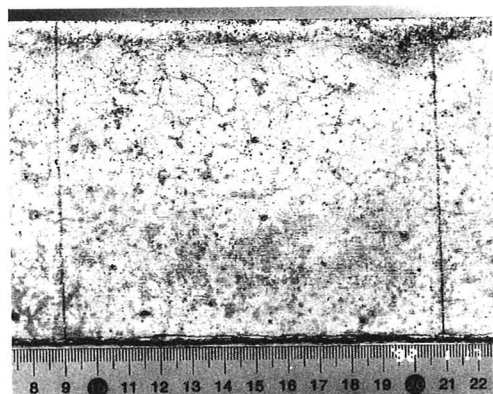


写真-2 検出ひびわれ(2)

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、重要な観測手段になるものと思われる。

参考文献

- 1) 秋田宏・小嶋三男：ホログラフィー干渉法による微小変位の測定，土木学会46回年次講演概要集，pp.520-521，1991.
- 2) 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.
- 3) 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.