

京都大学工学部	正 員	丹羽義次
" "	正 員	小林昭一
	学生員	○高 錦宏
	学生員	神沢 章

1. 序言

おれわれは日常生活において無意識のうちに光を使用しているが、それは光の強弱と色が問題にしてあつて来た。従来の写真技術もピンホールあるいはレンズを利用して集光し、光波の振幅(強弱)を記録(感光)させたものである。これは(1)自然光には位相関係がなから、(2)おれわれの眼や写真乳剤は光の位相変化を検出することができない、という理由が挙げられよう。光の振幅や波長(色)のみ利用するには、おのずから限界があり、「光学は死せる学問である」とまでいわれるに至った。しかし、光波には位相がある。二つの光束を感光材上で干渉させて記録し、回折現象を利用して再現させると発表したのは1948年の Dr. Dennis Gabor 氏である。しかし、干渉させるには可干渉性の光源が必要だし、記録するにも、分解力の高い感光材が必要なので、余り進展が見られなかった。しかし、1960年にレーザが発明され、その結果として、1963年に光の振幅変化と位相変化の両方を利用するホログラフィという科学の飛躍的進展がなされ、今や新しい分野へと大きく発展しようとしているのである。

2. ホログラフィの特徴

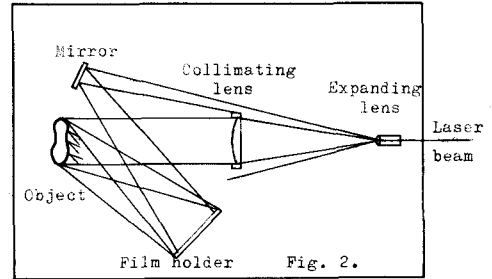
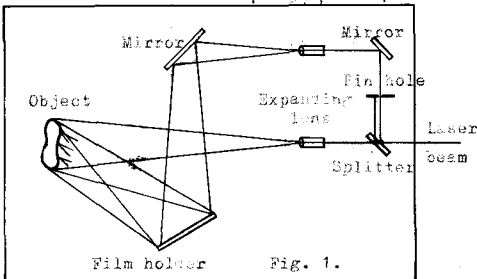
これまでのエネルギーに感知する作像技術と違って、光の波動で運ばれる情報を光の振幅および位相そのものを記録し、再生することである。再生される像は、物体からの光の状態そのままの再現であるから、立体的な三次元的に、位相物(透明物)なりその位相分布そのまま像として出現することになり、これまでの写真法では得られない多くの利点を生み出すことになる。

その一つがホログラフィ干渉で、再生像の位相が保存されることから、再生波面をそれ自身、あるいは他の参照波面と重ね合わせで干渉縞を作り、種々の干渉計測を行なうことが可能である。これまでも干渉計測はきわめて有用な精密測定法として利用されてきたのであるが、ホログラフィ干渉では、対象物は光学的に磨かれた面である必要はなく、あつた粗面でもよい。すなわち粗面がある要位を行なった時、要位前後の粗面からの光の再生光を重ねてやれば、要位分に相当する干渉縞が生じ、粗面の凹凸によるランダムな位相分布は互いに打ち消されて干渉縞には影響しない。

その他、ホログラフィ干渉法は従来の干渉法ではできなかった異なる時刻に起こった現象間でも干渉縞がとれること、多くの波面を多重蓄積できること、同じ光路での干渉なので、用いる光学系の不完全さはそれ自身で補償されること、立体的な干渉縞を作れることなど、多くの利点を持っている。これらの利点を生かして、新しい応用がつつと考えられる。

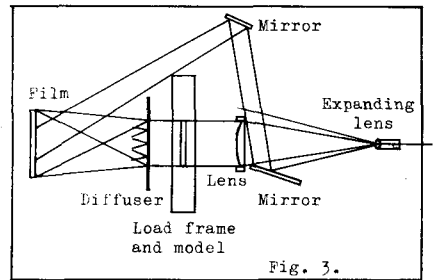
3. 実験装置

現在一般的に使われている光学系配置は図1の通りである。一つの参照光を取り出すのにビームスプリッター、ピンホール（ハーフミラの前後両面からの反射光の一つのみを選ぶに必要）、全反射ミラー、エキスパンダー等が必要であり、多方向から同時に撮影するには、大変な事になる。本研究では図2の如く、上述の装置を必要とせず、且つ好きな方向から同時に多数の参照光を取り出せる様に考案した。装置が簡単で、取扱が容易だし、装置の振動や汚れもそれだけ減少出来る。



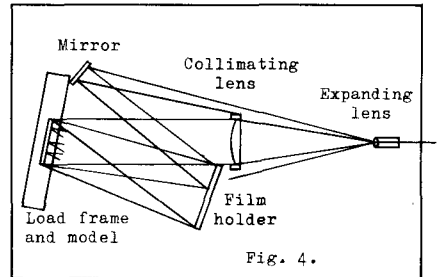
4. 光弾性実験への応用

図3の如く透過式で、載荷前後を二回露光して再現すると、前後の像が同時に現れ、位相差が一波長の処には光り、半波長の処では暗くなり、白黒の等厚線が得られる。これは寸ち応力知のホアソン比係数下あり、これと従来の光弾性実験から得た主応力差の等色線と併用すると、ただちに、主応力が求められる。



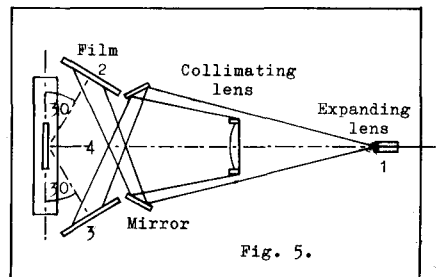
5. 面外変位の測定

図4の如く反射式で、載荷前後の二重露光法で得た縞は、取りも直さず（微傾斜を無視）面外変位の等高線であり、一白線毎に一波長の変位を意味する。



6. 面内変位と歪の測定

一枚のホログラムで得た縞は、光源から物体の反射面を経て、乾板までの光路差を意味し、寸ち、照明と観察方向の中間方向の変位を表す。図5の如く斜撮式で、1を光源、2と3をホログラムの位置を表し、 Δ_2 と Δ_3 を各々1から2と1から3までの光路差、寸ち縞次数を表すと、面外水平変位 $\alpha_x = \frac{1}{2}(\Delta_2 + \Delta_3)$ 、面内水平変位 $\alpha_x = \frac{1}{\sqrt{2}}(\Delta_2 - \Delta_3)$ と簡単に計算出来る。



若し、下の方に4のホログラムをも同時に取ると、面内垂直変位 α_y をも得られ、三次元変位が計測出来る。変位の勾配（微分）が歪として求められる。

なお、実験結果と写真、当日スライドで示し、検討をしたい。