

長岡技術科学大学大学院 学生員 柳南 良行

同 上 正会員 池田 俊雄

同 上 正会員 小長井 一男

1. まえがき

本報告は、不透明材料の粗い表面の変位解析に供する光弾性実験法として提案された散乱光弾性被膜実験法¹⁾を用いて、軟岩地山中のトンネル周辺の変位解析手法について検討した実験法の概要、装置、本手法の妥当性を以下に述べる。

2. 散乱光弾性被膜実験法の概要

散乱光弾性被膜実験法は、実験材料を用いて作成された供試体の解析面に、光弾性感度が大きく、せん断剛性の小さい透明な被膜を接着して、さらにその被膜の表面変位を透明で剛な平板(アクリル板等)で拘束することで、供試体の解析面の変位を被膜のせん断ひずみに変換し、これを測定する方法である。いま、図-1において、供試体の変位 Δy 、被膜の厚さ B 、被膜内のせん断ひずみ γ の向には次の関係が成立するものとする。

$$\Delta y = B \times \gamma$$

上式において被膜内のせん断ひずみ γ は、散乱光法を用いて求められる。すなわち図-2に示すように、被膜の側面から供試体表面に沿って平面偏光状態のレーザー光線を入射し、これを図中の視線の方向から観測すると、せん断ひずみと有する被膜内を通過するレーザー光線は、明暗の連続する縞線に散乱光干渉縞として描入ることができる。この干渉縞の密度と解析することによって被膜内のせん断ひずみ γ は求まる。

3. 実験装置

本実験法を用いて、軟岩地山中のトンネル周辺の変位解析を行うための実験装置は図-3に示すとおりである。この図は、鉛直方向変位を測定する実験状況である。光源は、出力5mWのHe-Neレーザーを使用している。このレーザーは定速可動装置に据付けられており、自動的に上下動が可能である。散乱光縞の撮影は、図中のカメラのシャッターを開放状態にして、被膜内(ゼラチンゲル)を通過するレーザー光

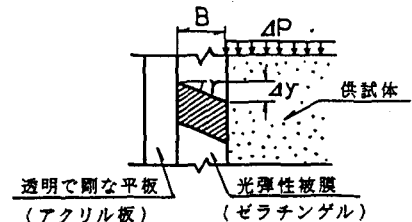


図-1 供試体変位を被膜のせん断ひずみに変換

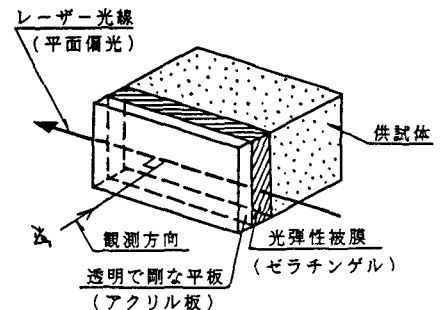


図-2 レーザー光線の入射方向と散乱光の干渉縞の観測方向

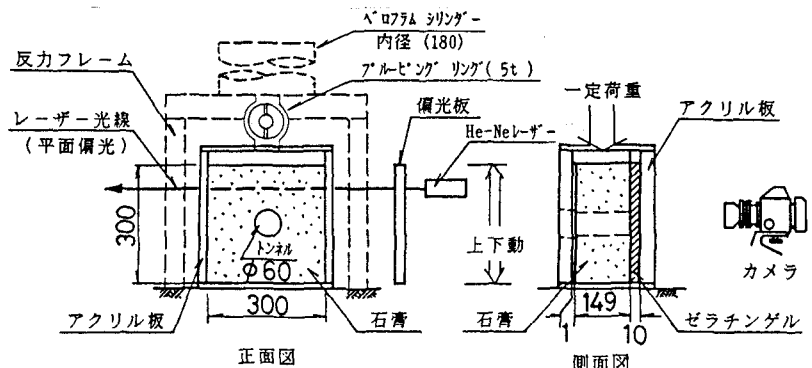


図-3 実験装置

線と走査させ、面としての連続的な散乱光縞分布を得るようにしている。載荷装置は、ペロフラムシリンダーを用いて一定荷重を載荷し、時間経過に伴うトンネル周辺の変位分布を求められるようにしている。軟岩を想定した地山材料としては、その材料の相似性が良く合うと言われている石膏²⁾(ϕ 型石膏+硅藻土+水)を用いた。

4. 本実験法で検出された変位分布の妥当性

地山材料として石膏を用いた場合、本実験法で検出された変位分布の妥当性を、他の実験法の結果と比較することにより検討した。他の実験法としては、石膏の前面(解析面)にグリッドを設定し、その座標の動きを写真で測定する方法を用いた。同一条件の供試体の同一時刻での各点の変位量を、この2つの方法で別々に測定し(図-4)、これよりトンネルの影響による変位のみを分離し、これをコンターラインで表示したものを図-5に示す。図-6は各々の方法によるトンネル天端B'点を通る鉛直・水平各断面(BB', AA')に沿った変位量を表示したものである。実験条件は下記のとおりである。

荷重条件

上載荷重 $P=200 \text{ kPa}$ 石膏:水:硅藻土 = 1:3:1

側圧係数 $k=0.24$ 一軸強度 $q_u=400 \text{ kPa}$

変形係数 $E_{50}=80 \text{ MPa}$

地山条件

これらの図より解析結果は、ほぼ一致し本実験法が地山材料として軟岩を想定した石膏を用いた場合のトンネル周辺の変位解析に、応用できることが認められた。またグリッドで変位量を解析する場合、これ以上の微小変位を測定することが困難であるのに対し、本実験法ではゼラチン被膜厚を薄くすることで、さらに解析精度を向上させることが可能である。

5. おまじ

従来、その変位が小さい故に実験的に求めることが困難とされていた軟岩地山中のトンネル周辺の微小変位分布は、散乱光弾性被膜実験法を用いることにより、検出可能であることと提示した。

参考文献

- 1) 松浦ら : 土質材料を用いた光弾性実験法: 第2回土木学会新築会研究調査発表論文集
- 2) 林 : アー4ダムのよびその岩盤の破壊に関する模型実験方法についての考察: 聖研究技術研究所報告(土木62004)

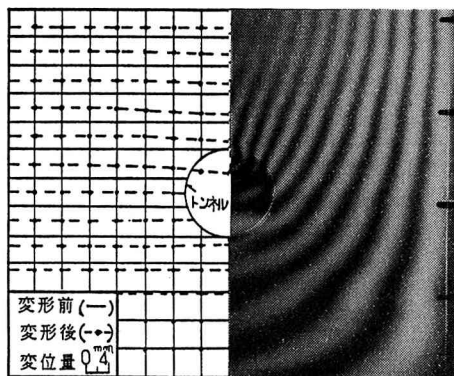


図-4 他の実験法による変位図および散乱光弾性被膜実験法による散乱光縞分布

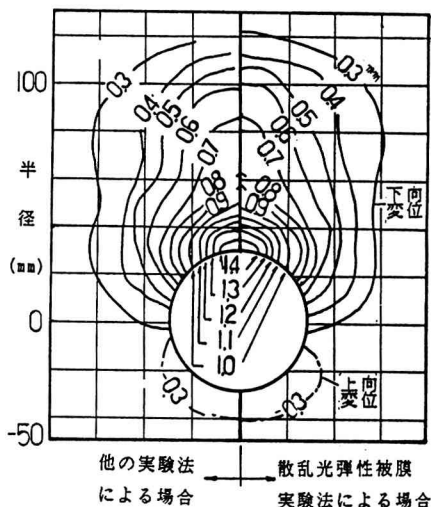


図-5 トンネルの影響による変位

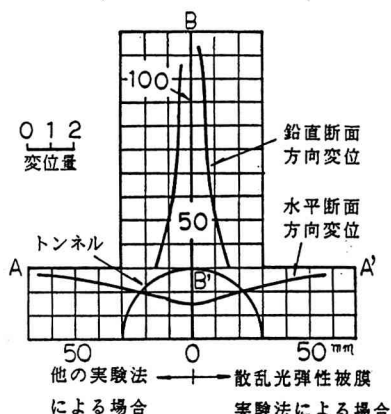


図-6 トンネル天端から鉛直・水平各断面に沿った変位量