

ロックボルトの作用効果に関する簡易光弾性実験

佐賀大学 正 員 ○ 石 橋 孝 治

〃

宇曾谷 隆 博

1. はじめに

電子計算機の見込みの発達と数値解析手法の開発・進歩に伴って、トンネル周辺地山内の応力状態を把握することが以前に比べて平易に行えるようになってきた。しかしながら、地山のおかれていた状態の表現や各種支保工のモデル化等に限界も存在する。一方、トンネル周辺地山内の応力状態を実験解析的に把握する方法として光弾性実験がある。光弾性実験の装置が高価であることは周知の通りであるが、本研究では応力の分布状態を定性的に捉えることのみはその目的を絞り、簡易な実験装置を構成して実験を行い、ロックボルトへのテンション導入に伴う地山内の応力状態の変化を調べ、ロックボルトの作用効果を検討してみた。

2. 実験方法と実験装置の概要

表-1 実験の要因

ロックボルトの タイプ	要 因	
	定着部の詳細	地山状態
定着型	先端定着	均 質 不連続面
接着型	1/3定着 1/2定着	均 質

実験は表-1示した要因に基づいて行った。供試体は加工性に富み、光弾性感度が非常に高いゼラチンを用いて製作した。予備試験を行ってゼラチンの濃度と施工性、変形係数等の関係を調べ、これらの結果を総合的に検討して本実験ではゼラチンの濃度を20%とした。図-1に供試体の形状と寸法を示す。支保工はロックボルト工のみを考え、ゼラチンとの付着が容易に確保でき、しかも張力を導入する上で好都合である寸切りボルト(M4、長さ25mm)をロックボルトとして使用した。ロックボルトは天端の鉛直方向に1本、これと35度の偏角をなす方向で左右に各1本ずつ計3本をそれぞれ160mmの埋込み長で配置した。さらに、それぞれのロックボルトの自由端には導入張力測定用の検力計を設置した。

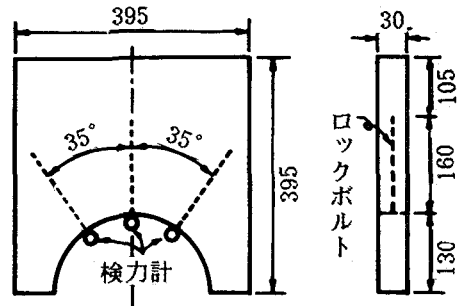
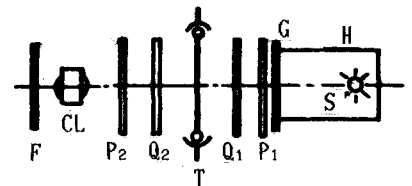


図-1 供試体の形状と寸法

光弾性実験により応力の分布状態(主応力差の分布状態)に関する情報を得るには、実験装置を等色線を求める装置構成とする必要がある。本実験では、等色線を求めるための標準的な光弾性実験装置の構成を参考にして、一部の装置の削除と工夫を行って図-2に示すような簡易の光弾性実験装置を構成した。このため、応力の分布状態は定性的にしか捉えられなくなる。光源は白色光源とし、カラー写真を撮影することとした。また、光源はホルダー内に設置して漏洩を食い止めると共に、光をホルダー内で乱反射させてることによって便宜的な平行光線を供給した。各装置の光軸を一致させてセットアップした後、ロックボルトにテンションを導入し、導入テンション量が所定の値に達する毎に写真の撮影を行



S: 光源 H: ホルダー G: すりガラス
P₁: 偏光子 Q₁, Q₂: 1/4波長板
T: 荷重装置 P₂: 検光子
CL: カメラレンズ F: カラーフィルム

図-2 簡易光弾性実験装置

った。なお、本実験では初期応力として自重以外の応力は供試体に作用させなかった。

3. 実験結果

ここではカラー撮影した等色縞の境界を曲線で図示する。

(1) 先端定着型のロックボルトについて

図-3にロックボルトへの導入テンション量が0.99kgの場合の等色縞を示す。定着端と緊張端との間の地山に高密度の縞が現れており、定着端と緊張端との間に圧縮域が形成されていることをうかがい知ることができる。隣接するロックボルト相互の干渉によりロックボルトとロックボルトの間の壁面付近の地山内に高密度の縞が誘発されているが、壁面から離れた位置では滑らかに連続し、いわゆる圧縮帯を形成していることが推察される。

図-4は不連続面が天端の上方4cmの位置に水平方向に存在する場合の等色縞を示す。この場合のロックボルトへのテンション導入1.38kgである。不連続面の境界付近では縞は水平方向に引っ張られるかたちで広がり、不連続面より下部の部分が上部の部分に圧着されている様子が明瞭に示されている。

(2) 接着型のロックボルトについて

接着型のロックボルトは本来地山の移動に伴って効果を発揮するものであり、テンションを導入する必要はないが、ここではロックボルトと岩盤との付着をもって定着を行うタイプを想定して実験を行った。図-5に定着長として埋込み長の1/2を与えた場合の等色縞を示す。定着部ではロックボルトの軸方向に沿って縞が波状に現れており、機械的付着が限界に近い状態であることをうかがい知ることができる。アンボンド区間に生じている縞の形態とロックボルト間の壁面から離れた領域の縞の形態は図-3とほぼ同様である。しかしながら、形成される圧縮帯の幅は当然のことながら図-3の場合に比べ狭くなっていることをうかがい知ることができる。

4. むすび

スティックスリップ等の複雑な付着問題が介入する問題を定性的に検討する場合、本実験で用いたような簡易な装置構成でも有効な情報が得られるものと思われる。

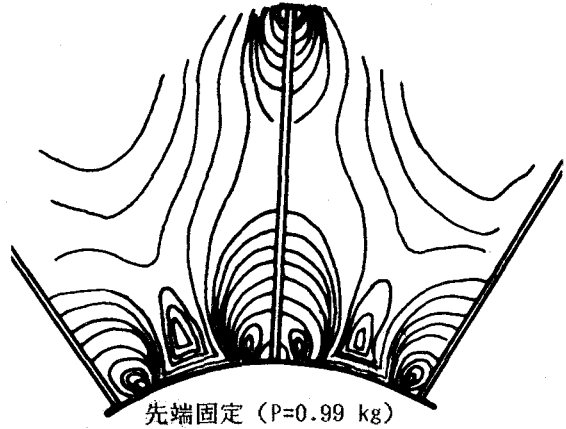


図-3 等色縞図

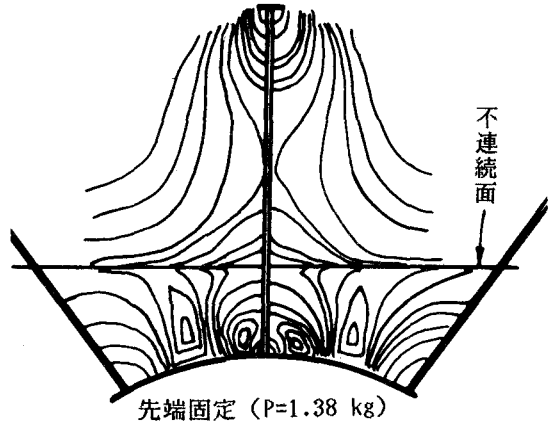


図-4 等色縞図

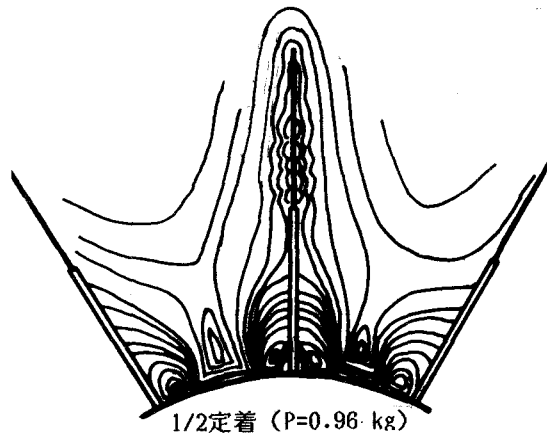


図-5 等色縞図