

III-B 82 3 ヒンジアーチカルバートの内部応力解析に関する研究

東京都立大学大学院 学生会員 篠崎 哲明
 東京都立大学工学部 正会員 西村 和夫
 東京都立大学工学部 正会員 土門 剛

1. はじめに

現在、盛土部におけるカルバートトンネルでは現場打ちのカルバートで施工するのが主流である。しかし、この工法では工期がかかるため短期間施工が可能なプレキャストのカルバートが注目されている。本研究で取り上げている3ヒンジアーチカルバートもその中の一つであり、構造物にとって不利な曲げ応力を極力抑えることができるという特徴がある。このカルバートの施工例はまだ少なく、具体的な構造は提案されているが、その設計段階での力学的モデル化とその解析についてもまだ十分な知見が得られていない。また、施工管理のために重要な施工時のプレキャスト部材の挙動の解明も不十分である。

このことから、筆者らは、この3ヒンジアーチカルバートを現場で設置して盛土で交互に埋め戻していく際に、アーチ部材内部に発生する応力の挙動、天端部と脚部のヒンジの応力状態を解明するために二次元光弾性実験を行った。

2. 実験概要

- (1) トンネルフレームのモデル化を行う。幾何学的にできるだけ提案されている構造に近くなるようにモデル化する。図-1はモデルの寸法図であるが実際の構造を円近似してある。材質はDAP（ジアリルフタレート）で、光弾性感度は0.70mm/kgfである。

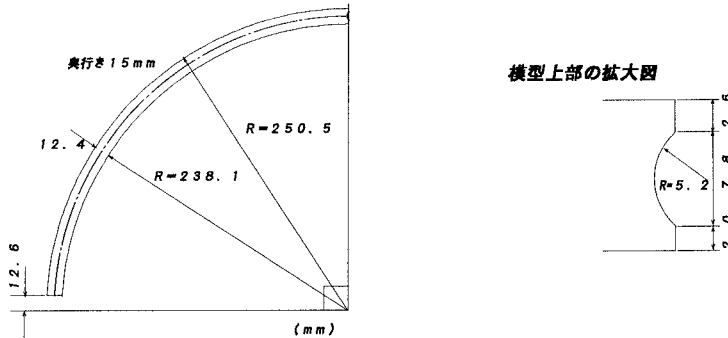


図-1 フレーム模型

- (2) 地山材料を決定する。本実験の埋め戻しのケースは、図-2に示すように右側が天端までの盛り立て、左側がその1ステップ前の盛り立ての状態（step5）まで行う。この状態が応力的に一番厳しい状態である。このとき解析しやすい光弾性縞（7～8本）が得られるようにモデルの奥行と地山材料を地盤反力バネを付けたフレーム計算によって試算して決定する。計算した結果モデルの奥行は15mm、地山材料の単位体積重量は17tf/m³となった。

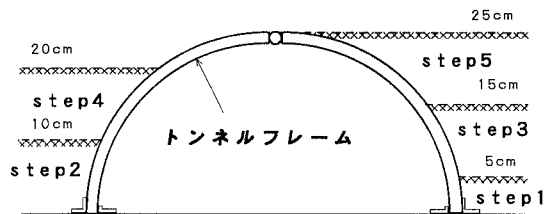


図-2 盛土荷重ステップ

- （3）光弾性実験を行い、内部応力解析を行う。各載荷ステップごとに等色線と、 10° ごとの等傾線の写真を撮影する。縞がはっきりと写るように絞りやシャッタースピードの調整も試行錯誤的に行う。

3. 実験結果と考察

実験の結果、step 5で光弾性縞を数えてみるとモデル設定のためのフレーム計算の予想より2本ほど多く縞が生じた。これは、試算時に予想していたほど地盤バネが大きくなかったと考えられる。

実験で得られた等色線の写真（step 5）を図-3～図-4に示す。これらの図で部材端部を除く領域において光弾性縞がアーチ部材軸にほぼ平行に現れていることから解るように、曲げモーメントは、アーチ部材肩部（ 45° 前後）付近では大きな変化はなく、どちらかと言えば一定分布に近い。また、ヒンジ材として挟み込んであるスチール丸棒の点接触部分を中心とする富士山の等高線のような光弾性縞が多重円状に現れていることが解る。これは、点接触による応力集中を現しており、天端部は完全なヒンジとして挙動していることが解る。ただし、原型ではヒンジ上部にグラウトしているので実際の原型での挙動はアーチ軸線上半分で分布した力の伝達が行われていると考えられる。光弾性実験では、このようなモデル化も可能であるので今後の課題として検証することも予定している。一方、脚部のヒンジは実験では実際に溝に差し込むようなモデル化を行った。盛土荷重ステップがstep 4まではヒンジ的な挙動を示し、step 5では曲げモーメントが正負逆転するような固定端的な挙動を示し、載荷ステップで異なる挙動を示しており、今後の実験で検証する必要がある。

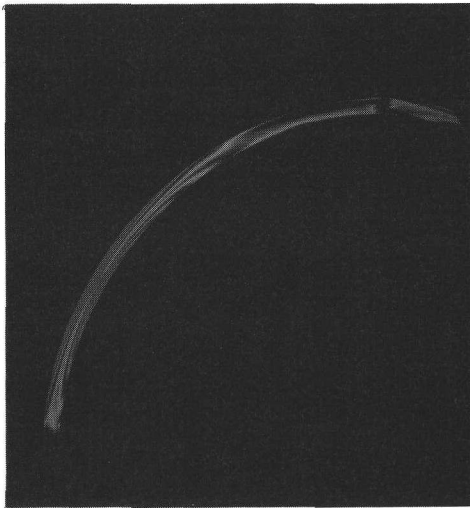


図-3 step 5左側の等色線

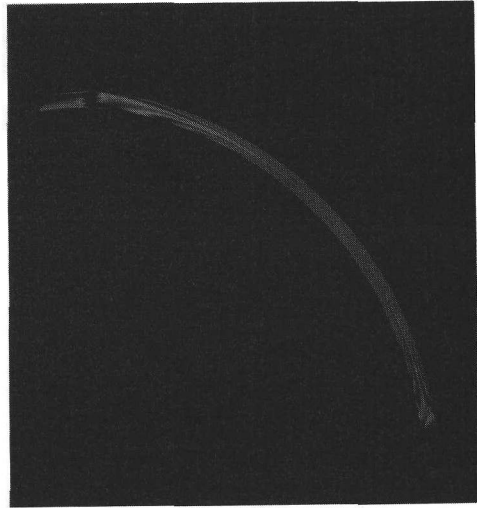


図-4 step 5右側の等色線

4. おわりに

本報では、アーチ部材内部の応力状態の具体的な値を示してないが、これは明瞭な等傾線が生じず、正確な値を求めることが困難であったためである。しかし、図-3～図-4の等色線の本数の差から応力に偏りがある様子が容易に分かる。今後の課題としては、今回の材料よりも光弾性感度の小さい材質の模型を用いて明瞭な等傾線を撮影すること。さらに、上で述べたように、載荷ステップで異なる挙動を示している脚部ヒンジの応力状態を検証することを考えている。

なお、この研究は「テクスパン工法技術検討委員会」（京大 田村武委員長）が実施している研究の一部で、受託研究として実施されたものであることを付記する。