

九州大学工学部 正会員 橋本 武
 学生員 小川 健男
 学生員 〇吉永 清人

1. まえがき

トンネル支保工の終局耐力について、地山を考慮しない場合については既に種々の実験が行なわれ、値の妥当性が吟味されている。しかし実際のトンネル支保工は、地山に拘束されることにより、より強い強度を発揮し、地山拘束がない場合と異なる挙動を示すことは周知のとおりである。これまで、理論的には地山を集中弾性バネに置きかえたり、あるいはウィンクラー地盤や非引張ウィンクラー地盤を仮定するごとき便法を用いて種々の演算結果が得られている。しかし、これらはあくまでも仮定であり十分実用的な結果であるか否かは、適当なモデル実験との照合を行って検討する必要がある。そこで、本研究ではI形断面鋼アーチ支保工モデルを対象に、模型実験を行って、著者らがこれまで提案した理論の妥当性を吟味せんとするものである。

2. 実験装置及びモデル

実験に使用した供試体は、ほぼSS34の強度を有する鋼材より切り出したもので、計算においては、SS34とした。また供試体の寸法は直径30cmの半円形で、Fig-1に示すような諸寸法をもつI形断面とし、両端と頂点にヒンジを有する3ヒンジタイプと頂点にヒンジを有しない2ヒンジタイプとした。地山として供試体を拘束するゴムの大きさは、地山の大きさが供試体と地山の挙動に対して影響を与えない範囲として、理論的に検討した結果から、供試体の半径の4倍程度あれば十分であると判断し、Fig-2のようにゴムの寸法及びゴムを固定するためのボルトの位置を決定した。実際のトンネル支保工は緊材によって、面外方向の移動が拘束されているので、面的挙動にとどまると考えられる。したがって、本実験ではゴムを両側から鉄板で拘束し、ゴムの厚さは供試体の両側に1cmずつの余裕を持たせた4cmとした。さらにゴムに対してはK値を求めるため予備実験を行った。供試体を支える支承の部分は、下から2本のボルトにより固定し、直径1cmのピンを回りを自由に回転できるようにヒンジ構造とした。载荷方法は、上から押し下げることは不可能であるため、Photo-1のように载荷装置を頂点の切り抜き部分にはめ込み、油圧ジャッキにより載下装置のFとリフタワイヤーを引っ張り、ひずみリングでその载荷荷重を測定するよう工夫した。

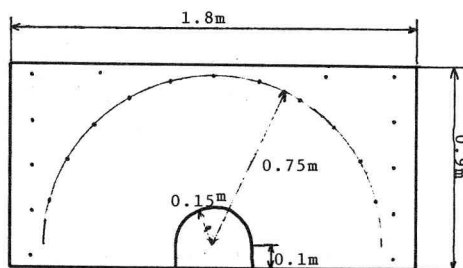
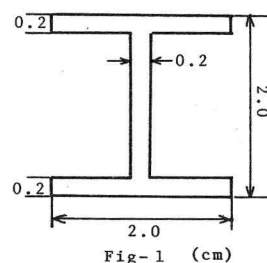


Fig-2

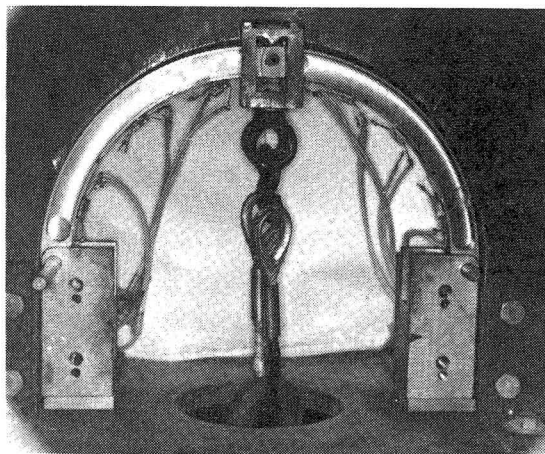


Photo-1

3、試験結果及び計算値

3-1、2ヒンジの場合

本実験においてはFig-3の点1,6の水平方向の変位、点7の鉛直方向の変位及び点1,2,3,4,5,7あるいは8のひずみを測定した。2ヒンジの頂点7の変位はFig-4のように荷重が300kgまでの間は理論値と良好一致をみせている。しかし、それ以上の荷重になると実験は急激に変形をおこし出す。この傾向は頂点だけでなく、他の点のひずみにもある。この理論値と実験値のずれは、計算上考慮しなかった現象(例えば局部座屈)が生じているためと考えられる。Photo-2,3は2ヒンジと3ヒンジの載荷点付近を拡大したものであるが、2ヒンジには局端なへこみが生じていることがわかる。なお、先に述べた予備実験により、地山の地盤反力係数 K に相当するゴムの K 値は4~7 kg/cm²で平均5 kg/cm²であったので、計算上 $K=5$ kg/cm²を採用した。

3-2、3ヒンジの場合

頂点7の変位はFig-6のように荷重が650kgまでは理論値とかなり良好一致を示している。理論値ではそれ以後の荷重増大を示していないが、実験で増大しているのは、ひずみ硬化を生じたものと思われる。しかし、実験において変位が急激に大きくなった点を実験における崩壊荷重と考え、図よりほぼ650~700kgとなり理論値650kgと良好一致を示していることがわかる。また各点のひずみもFig-5のように弾性範囲である荷重300kgの時は、良好一致を示している。600kgになると実験値は、理論値よりかなり大きくなっているが、この相違は地山拘束の非線形性やある程度の塑性ひずみの進展に基づくものと解釈する。地山から供試体に及ぼす反力は、計算では大きくとも1 kg/cm²程度であり弾性範囲内にはいり、計算の仮定と一致する。また、計算に基づく地山から圧力を受ける部分と実験時に供試体とゴムが密着している部分はほぼ一致した。

4、あとがき

本研究では、当初予想していたより地山の拘束が弱かったが、その範囲での理論の妥当性は確認できたと考え。

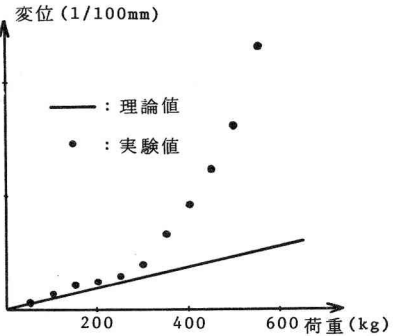


Fig-4

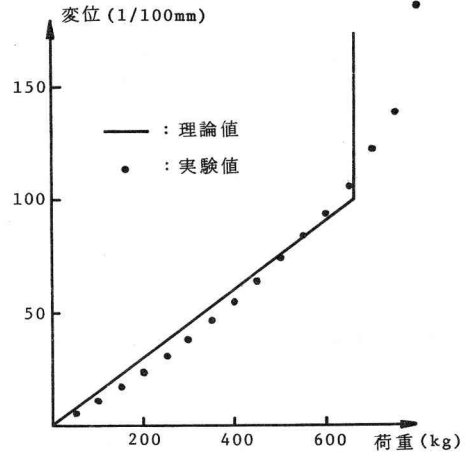


Fig-6

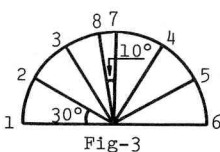


Fig-3

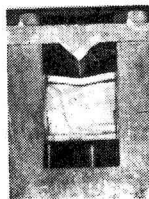


Photo-2



Photo-3

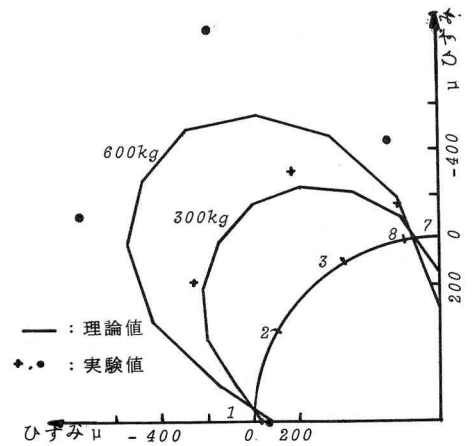


Fig-5