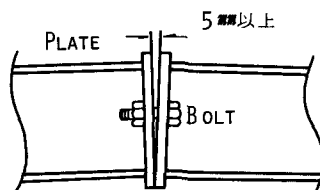


九州大学工学部○学生員 小川健男
九州大学工学部 正会員 樗木武

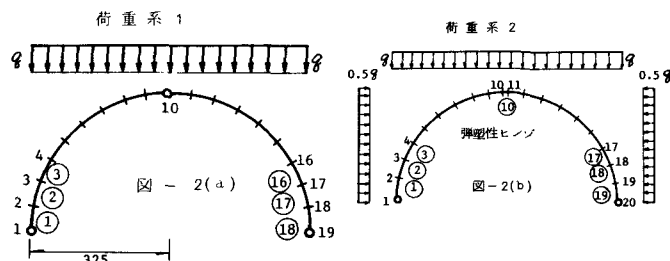
1. 緒言 通常使用されるH型鋼アーチ支保工には、図-1に示すような、左右、あるいは上下にH型鋼を接合する継手部が存在する。この継手部の力学的処理法は、支保工の終局耐力を解明する上で大きな影響を及ぼすものである。そこで、筆者らは、継手部を無視するか、あるいは完全ヒンジとして取り扱う慣用計算法に加えて、継手部の回転を考慮した不完全剛結モデル、及びより厳密な弾塑性ヒンジモデルを提案して若干の解析を行ない、その結果の一部はすでに公表したところである^{1),2)}。本研究では、さらにこれらの継手部のモデルを図-2に示す支保工に適用して、その妥当性を詳細に検討した上で、この種の支保工の終局耐力が、荷重形態や支保工断面の大きさ等の条件によっていかなる影響を受けるか、その力学的特性について考察を加えるものである。



継手部分 図-1

2. 解析内容概説 対象とする

支保工は、一般的な2車線道路トンネル、あるいは単線鉄道トンネルの形状を参考にして、図-2に示すような鋼アーチ支保工とし、H型鋼の降伏応力は普通に用いられるSS41の値 2400 kg/cm^2 を採用することにする。また、要素分割は弾塑



性ヒンジモデルを用いる場合19分割(b図)、その他の場合18分割(a図)とした。荷重条件は、一般の設計において多用されるように、対称荷重を有する場合(荷重系1)、および側圧荷重を有する場合(荷重系2)について考え、又地盤反力係数は、荷重系1の場合は $\lambda=5\sim100$ 、荷重系2の場合は $\lambda=5\sim25$ の間で考察した。さらに、支保工のH型鋼の断面は市販のものを用い、 $150 \times 150 \times 7 \times 10$ 、 $200 \times 200 \times 8 \times 12$ 、及び $250 \times 250 \times 9 \times 14$ の3種類を採用した。継手部の接合ボルトは通常、直径 2.5 cm 、長さ 7.5 cm の円形断面が用いられており、その降伏応力は 2000 kg/cm^2 である。なお、支保工の終局耐力の判定については、実務面を加味し、支保工に3ないし4個の塑性ヒンジが生じて機構化に近い状態になった時か、あるいは支保工の最大変位がその断面高さに達した時をもって崩壊とみなし、その段階の荷重を終局耐力とするものである。

3. 解析結果

図-3は荷重系1が作用する場合の支保工の終局耐力を、継手部の処理方法に応じてそれぞれ示したものであるが、継手部の影響を無視して、支保工を剛性一様リンクとしたものは、当然のことながら、耐力は他のヒンジモデルの場合に比して大きな値となっている。しかし、他の3モデルにおける耐力の差は 1 kg 以下であり、ほとんど差違が無いという結果になっている。なお、図は断面 200 H についての結果であるが、断面 150 H 、 250 H の支保工においても同様の傾向がみられ、継手部を無視した場合は、やはり過大な耐力が得られることがわかる。また、荷重系2が作用する場合について同様の検討を行なったのが図-4である。断面 150 H の場合には、弾塑性ヒンジと不完全剛結、完全ヒンジとの耐力の差はかなり微小であるが、断面が増加するにつれてその差も増加し、断面 250 H ではその差は 5 kg を越える結果となっている。しかし、荷重系2においても不完全剛結と完全

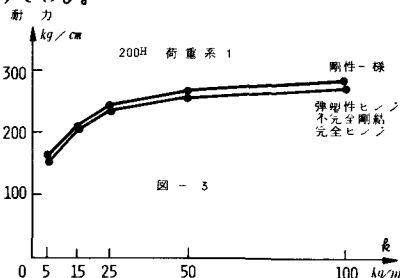


図-3

ヒンジの終局耐力の差は非常に小さく、0.1kg未満であり、耐力は同一であるとみなしてよいであろう。以上の結果から、荷重系1が作用する場合、あるいは小断面に荷重系2が作用する場合における支保工の終局耐力の算定に際しては、継手部を厳密な弾塑性ヒンジとして取り扱う必要性はなく、より簡便な不完全剛結モデル、あるいはさらに簡便な完全ヒンジとして処理してもさしつかえないことがわかる。しかし、200Hを越える断面に荷重系2が作用する場合には、弾塑性ヒンジモデルを用いる厳密な解析が必要になるものと思われる。

ところで、実際の支保工においては、完全に崩壊する以前の段階であっても、1つでも降伏点が生ずれば、支保工としての機能をかなり失うと判断してよい。したがって、継手部に第1降伏点が生ずる時の降伏荷重を検討することも、支保工の解析を行なう上で意味のあることである。そこで、不完全剛結モデル及び弾塑性ヒンジモデルを用いた場合の継手部の降伏荷重をプロットしたのが図-5,6である。図-5は荷重系1に対するものであるが、 h の値にかかわらず、不完全剛結モデルのほうが過大な値を示しており、また、両者はかなり違った傾向を呈している。すなわち、弾塑性ヒンジでは h の増加とともに降伏荷重は増大しているが、不完全剛結では逆に減少していること、又前者は、H型钢断面の増加とともに、 h の値による荷重の変化の割合は減少しているが、後者ではそのような傾向は見られないことなどがわかる。又、図-6は荷重系2が作用する場合である。各断面ともに不完全剛結の降伏荷重が小さくなっているが、それ以外は荷重系1の場合と同様の傾向を示している。したがって、継手部の降伏荷重を考慮する場合には、厳密に弾塑性ヒンジモデルを適用するべきであろう。

図-7は、H型钢断面の大きさと弾塑性ヒンジモデルを用いた終局耐力との関係を示したものであるが、図より明らかなように、荷重系1、荷重系2ともに、断面が増加するにつれて終局耐力はかなり上昇している。すなわち、鋼アーチ支保工においては、断面の増加によりかなりの耐力の上昇を期待できることがわかる。又、図-8は前図に関連して、崩壊時の支保工の頂点の変位を各断面についてプロットしたものである。 $h=5\sim25$ では断面の増加によって変位は減少しているが、 h が25を越えると、断面の大きさは支保工の変位にあまり影響を及ぼさないことがわかる。

参考文献

- 1) 土木学会第33回年次学術講演会講演概要集第3部 PP408~409
- 2) 土木学会第34回年次学術講演会講演概要集第3部 PP497~498

