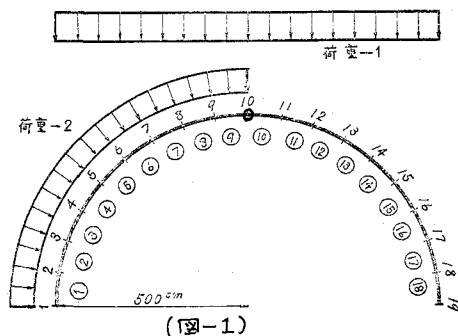


九州大学 正員 橋本 武

九州大学 学生員 〇山本 修司

1 まえがき 鋼製支保工は文献(4)(5)の報告にもあるとおり、膨大な地圧による一部部材上の塑性域の発展もしくは、圧屈により崩壊している。これに対し従来の鋼製支保工の耐力に関連する研究は、実物を使用した実験的研究は見受けられるものの、解析的研究は弾性範囲での取扱いにとどまっている⁽²⁾。そこで筆者らは支保工に対して弾塑性解析を試み塑性崩壊の面から支保工の耐力に関して若干の考察を加えるものである。

2 解析方法およびモデル化 鋼アーチ支保工においては、地山の拘束により軸力が大きくなる事が予想されるため、これを考慮し、塑性流動理論に基づく弾塑性解析を行うもので、荷重漸増法により解析した。なおその際地盤は簡単のためWinkler地盤と仮定し、仮想仕事の原理を用いて、梁上に分布する地盤反力を部材両端の等価節点力に直すことにより弾性基礎上の梁の剛性マトリックスを導いた。モデルは図-1のように円形支保工を直線梁要素で近似し、頂部は実際上の構造を考慮してヒンジ結合と仮定する支持部はヒンジもしくは支点移動をゆるすものとした。荷重は一般の設計によく用いられる上方からの等分布荷重と支保工の耐力の上から極めて危険視されている偏圧の二種を採用した。



3 結果および考察 (1) アーチの断面は100×100×7×5のH形鋼とし、降伏応力は $\sigma_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$ を仮定した。

降伏関数は下記に示すとおりである。

$$f = \left| \frac{M}{M_p} \right| + 1.18 \left(\left| \frac{N}{N_p} \right| - 1 \right), 0.15 N_p \leq N \leq N_p$$

$$f = \left| \frac{M}{M_p} \right|, 0 \leq N \leq 0.15 N_p$$

ここに M_p :全塑性モーメント、 N_p :全塑性軸力

荷重-1の作用したときの荷重

～変位曲線を図-2に示す。反

力係数(R)の変化により、変位に

大きな違いを見せる。降伏点の発

生順序は節点(2,18),(1,19),(7,13)

(3,17)の順であり、 R の大きさに

よる違いはなく、計算上の終局

的な耐力は一定値となる。なお

そのさい、部材①、⑧は、ほぼ N_p

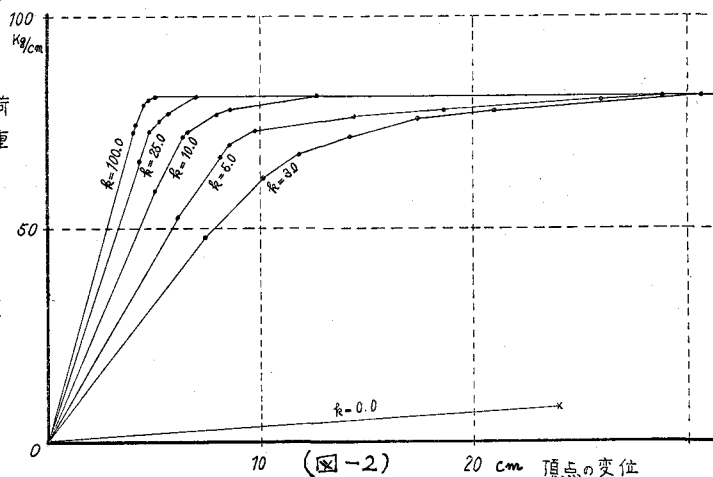
に達している。しかし微小変形論の適用上の制約から本理論を無制限に引き延ばして、支保工の終局耐力を算定することは無

意味であり、むしろ実際上の問題として大きな変形を支保工に許す事は望ましくない。そこで支保工の最大変位が、その断面のは

り高さに達したときをもってその耐力と取るように定義すれば図-2の結果から $R=20$ 以上では R 値は耐力に差程

影響しないといえ、 R が小さくなるにつれて、その影響の度合が大きくなる事がわかる。尤一降伏点のモーメント及び軸

力に関する内力比をみれば表-1のようになり、 R が大きくなるにつれて、軸力の影響が大人なる事を示して



いる。また地盤に拘束されない場合のアーチの耐力と比較するとき、当然ながら支保工の耐力は上昇し、変形は小さくなっている。この事は受働荷重の発生が、支保工の耐力に大きく影響する事を示している。

(2) 荷重 z の偏圧を受ける場合の荷重 $\sim$ 変位曲線を図-3に示す。この場合、前者と異り、降伏点の発生が非弾性基礎上の節点5または6に発生する。このためある荷重段階に達して、降伏点が発生すると、変位が急激に増大するいわゆる機構化に似た現象を示す。したがって変位急増時あるいは前述の耐力の定義に従って考察するときやはり k の影響が大きいといえるが、上述の定義に従って算出した耐力と比較するとき、 k の値が小さい程両者のくい違ひが大きくなる。従って実用上は両算定法による結果のうち、小さい方の値をもって支保工の耐力を考慮設計する方が安全であり望ましいと考える。

(3) 支保工と地山とが密着している場合には、受働荷重の発生が期待できるが、実際上は完全な密着状態ではなく、ある程度空隙が存在することもありうる。

そこで地山と支保工の間に空隙のある場合の耐力について検討した。図-4は荷重 z の作用する場合の計算結果である。○印は要素が地山と接して受働荷重が発生したことを示し、×印は降伏点の発生を示している。またアーチ降伏点の内力比と空隙との関係については図中の表の示すとおりである。

4 結語 以上に示した結果と筆者らの行った他の計算結果も含めてのべると、(a)支保工は空間に位置する構造物と異なり、受働荷重の発生のため軸力がより大きくなり、崩壊に大きく影響する。(b)支持条件による違いは、支点移動のある方が変位が大きく、計算上の耐力もいく分低目になる。(c)支保工と地山との空隙は荷重が小さい間よりも大きくなった段階で変位により大きな影響をおよぼす。このことから裏込めの状態が

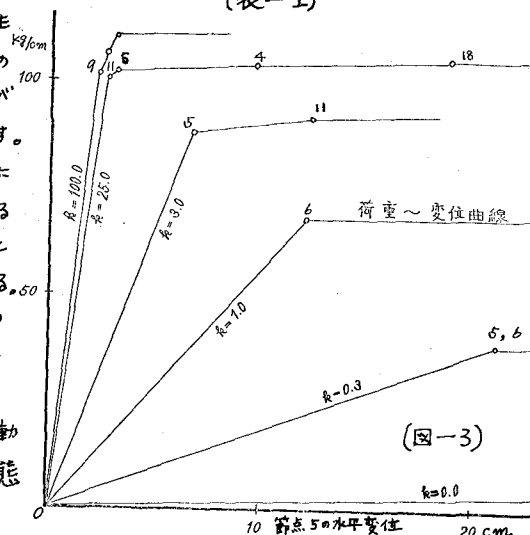
支保工の耐力、その他の力学的性状にとって重要なことである事がわかる。

参考文献

1. 坂本貞雄、伊吹山四郎 トンネル用鋼アーチ支保工の強度について 第3回トンネル工学会シンポジウム
2. 村上良丸 高速道路トンネル用鋼アーチ支保工の強度試験 トンネル工事講演集、第7集
3. 長岡、長友成樹、村上良丸 トンネルの鋼アーチ支保工の角材 土木学会論文報告集 第165号、1969年5月
4. トンネルと地下構築委員会、鋼アーチ支保工の崩壊模範 トンネルと地下 1971年7月
5. 竹林正次、大塚義之 膨張性地山トンネルにおける施工管理の一例 土と基礎 No. 829、1974年12月
6. American Institute of Steel Construction Specification for the Design, Fabrication and Erection of Steel for Buildings, 1961.

R (kg/cm ²)	0.0	3.0	5.0	10.0	25.0	100.0
M/M_p	1.0	0.49	0.42	0.33	0.23	0.14
N/N_p	0.08	0.59	0.65	0.74	0.81	0.89

(表-1)



(図-3)

