

住友金属工業 正員 山川 純雄

住友金属工業 正員 ○北坂 照久

住友金属工業 正員 三好 博嗣

1. まえがき

鋼管支保工は、モルタル充填あるいは更にスパイラル鉄筋等を内挿すれば、弾塑性域における軸圧縮耐荷特性が向上するので¹⁾大土圧用支保工として円型リング又は支点部基礎を有する半円アーチの形態で使用されることが多い。しかしながら、大土圧が発生するようなトンネルでは一般にその地盤は軟弱で、ショートベンチカット工法のように上半支保工を地山で一時仮受けするような場合には、支点沈下の影響を考慮する必要がある。ここでは、かかる鋼管支保工上半建込時の力学特性および耐荷力におよぼす地盤反力係数の影響についての一考察を報告する。

2. 検討内容

2. 1 対象とした支保工；形状寸法，断面性能

を、それぞれ図1，表1に示す。断面性能については、①上半支保工建込直後に破壊が起る場合にはモルタルの強度が十分発揮されないものと考えられるのでモルタル及びフープ筋の補強効果は無視し鋼管のみ有効、②他方1週間ないし10日以上経過後に破壊が起る場合にはモルタルの強度が発揮されモルタルの補強効果が期待できると考えモルタルも有効と仮定する。

2. 2 荷重；上半支保工に静水圧のよう土圧が作用した場合を考える。計算条件としては、一様土 $P = 200 \text{ ton/m}^2$ ，建込ピッチ 70 cm を採用した。

2. 3 地盤反力係数； $k = 2.2 \sim 22.5 (\text{Kg/cm}^2)$ の範囲で変化させた。

3. 計算条件

計算には、骨組構造解析プログラムを使用し、地盤反力は、モデルの各節点に地盤反力バネに相当する軸力部材により考慮し、反力 $R \leq 0$ において有効と考えた。また降伏土圧の推定には、終局強度法を用い軸力を考慮した全塑性モーメント M_{pc} は、次式を用いた²⁾

$$M_{pc} = M_p \quad (N/N_y \leq 0.2) \quad , \quad M_{pc} = 1.25 (1 - N/N_y) M_p \quad (N/N_y \geq 0.2)$$

4. 計算結果および考察

図2より明らかなように、地盤反力は中間ストラットと上半支保工取付部周辺に集中している。また図3図4より曲げモーメントは中間ストラット取付部で最大となり、 $k \leq 10 \text{ Kg/cm}^2$ 以下では急激にモーメントが増大する。これは上半支保工に作用する軸力が上半支保工底盤と中間ストラットの上半支保工取付部を介して地盤に伝達されるため中間ストラットに大きな曲げモーメントが発生することによる。この曲げモーメントによりストラット取付部の降伏土圧は図5に示すとおり、円型リングが静水圧のよう土圧を受け、軸力のみが作用する場合の降伏土圧に比べ著しく低下する。

ストラット取付部が軸力と曲げモーメントにより降伏を起し、塑性ヒンジが生じた場合、上半支保工は取

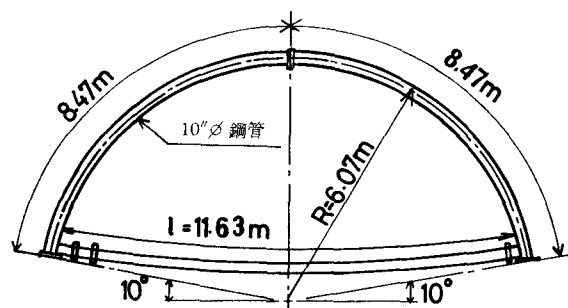


図1 建込時上半支保工の形状寸法概略

表1 支保工断面性能

区分	鋼管		有効断面面積	有効断面2次モーメント	全塑性モーメント	降伏軸力
	外径 mm	厚さ mm	cm^2	cm^4	$\text{ton}\cdot\text{m}$	ton
鋼管のみ	267.4	9.3	75.41	6290	16.0	181
モルタル充填管	267.4	9.3	112.8	7845	21.5	280
スパイラル鉄筋付	267.4	9.3	112.8	7845	21.5	550

付部に中間ストラット部材の降伏モーメントが作用する2ヒンジアーチと考えられる。この場合、更に上半支保工は、中間ストラット取付部で塑性ヒンジを生じ、上半支保工部材の軸力と曲げモーメントが作用した塑性モーメントを受ける2ヒンジアーチとなる。この構造系で更に荷重が上昇すると支保工は崩壊を起すと推定される。

以上は支保工が理想的な塑性ヒンジを形成すると仮定した場合の崩壊機構と考えられるが、実際には、中間ストラットに作用する地盤反力により中間ストラット取付部が破壊し、上半支保工の沈下が更に増加するので、不等沈下による支保工に生ずる曲げモーメントにより上半支保工の局部座屈が起ると考えられる。

5. まとめ

以上トンネル内の仮受けする地盤の地盤反力係数が小さい場合、非常に大きな支点沈下が発生し、かつストラット取付部および支保工頂部に大きな曲げモーメントが発生する。したがって上半建込時の支保工の降伏土圧の推定には支点沈下を無視できないことがわかった。

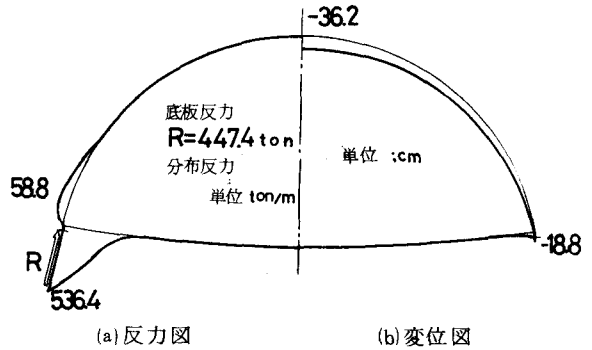


図2 反力図および変位図 ($K=13.5 \text{ Kg/cm}^2$)

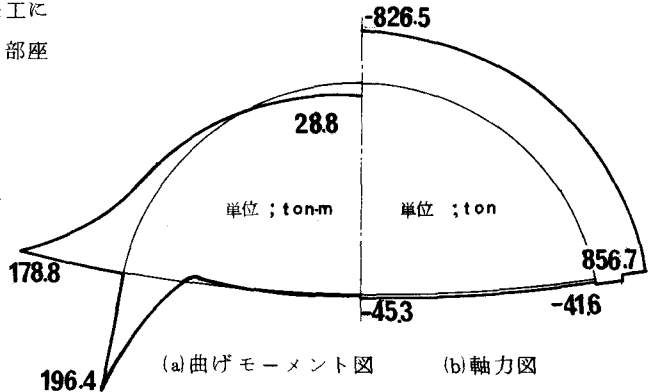


図3 断面力図 ($K=13.5 \text{ Kg/cm}^2$)

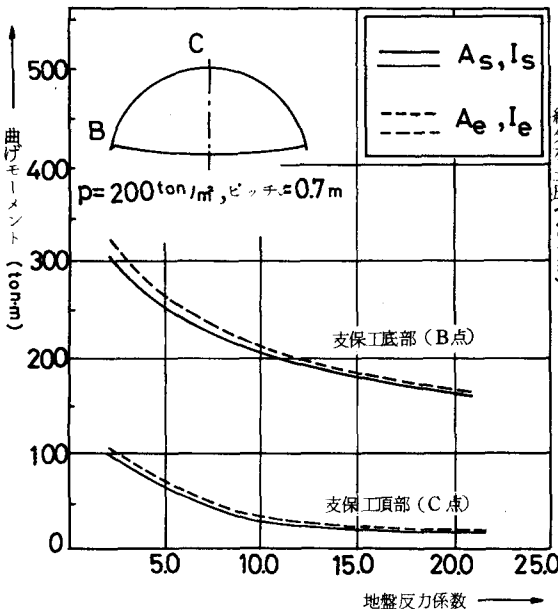


図4 曲げモーメントにおよぼす地盤反力係数の影響

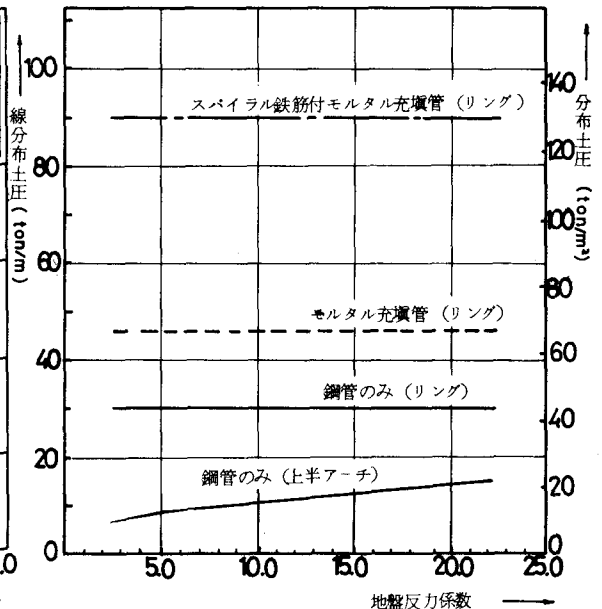


図5 降伏土圧におよぼす地盤反力係数の影響 (鋼管: $10'' \phi \times 9.3 \text{ t}$)

<参考文献> 1) 清水ほか; フープ筋入りモルタル充填鋼管柱の強度, 土木学会第29回学術講演会, 昭49年10月
2) 日本建築学会; 鋼構造塑性設計指針, 昭50年11月 p52