

1. はじめに

ロックボルトの支保効果としては種々の研究が行なわれているが、完全に解明されていないのが現状と考えられる。ここでは、ロックボルトのタイプとして、全面接着型と先端接着型の支保効果について考察する。

2. モデル

ロックボルトの支保効果を考察するためのモデルとして Fig-1 に示されるような円形トンネル周辺の地山内に外力が作用している場合を考える。境界条件として、トンネル壁面では外力が存在しない。さらに、地山内の外力の影響は無遠慮では消滅するものとして考える。ロックボルトの支保効果を考慮した計算モデルのタイプとして、先端接着型のロックボルトとしては、Fig-2-(a) に示すモデルを考える。全面接着型ロックボルトとしては、Fig-2-(b) に示すものを考える。

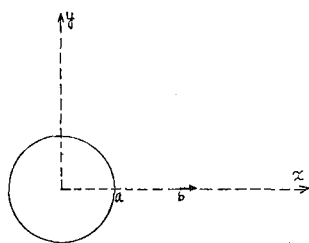
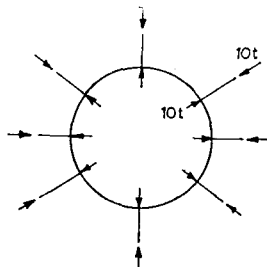
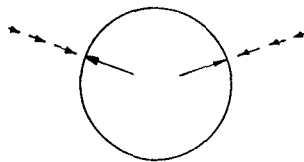


Fig-1 ロックボルトの計算モデル



(a) 先端接着型



(b) 全面接着型

Fig-2 ロックボルトのタイプ別モデル

3. 応力

応力を計算するにあたり、Fig-1 のモデルを考察し、応力関数と(1), (2)式で示すものを用いる。

$$\varphi(z) = M \log(z-b) - \bar{N} \log(z - \frac{a^2}{b}) - \bar{M}(b - \frac{a^2}{b}) \frac{a^2}{b^2} / (z - \frac{a^2}{b}) + \bar{N} \log z \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \psi(z) = & M \left(\frac{(b - \frac{a^2}{b})z}{b(b-z)} + \frac{a^2}{z(b-z)} \right) - \bar{M} \left(\log(\frac{a^2}{z} - b) + (b - \frac{a^2}{b}) \frac{a^2}{b^2} / z(z - \frac{a^2}{b})^2 \right) \\ & + N \log \frac{b-z}{b} + \bar{N} a^2 \left(\frac{1}{z(z - \frac{a^2}{b})} - \frac{1}{z^2} \right) \quad (2) \end{aligned}$$

応力は(1), (2)式を用いて(3)式で求められる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= 2 \operatorname{Re} [\varphi'(z)] - \operatorname{Re} [\bar{z} \varphi''(z) + \psi''(z)] \\ \sigma_y &= 2 \operatorname{Re} [\varphi'(z)] - \operatorname{Re} [\bar{z} \varphi''(z) + \psi''(z)] \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

計算結果はTable-1とFig-3に示されるものとなる。Fig-4とFig-5は先端接着型と全面接着型のロックボルト計算モデル図を示したものである。この結果、先端接着型では内圧効果として、 5.33 t/m^2 、全面接着型では 20.93 t/m^2 となる。

b	1.2		3.0	
z \ 応力	σ_x	σ_y	σ_x	σ_y
1.0	0.0000	-3.0108	0.0000	-0.2494
1.2			0.5160	-0.1560
1.4	-0.7319	-0.9182	0.1019	-0.1223
1.6	-0.5468	-0.3520	0.1543	-0.1154
1.8	-0.4078	-0.1992	0.2167	-0.1270
2.0	-0.3204	-0.1305	0.3023	-0.1604
2.2	-0.2616	-0.0926	0.4381	-0.2319
2.4	-0.2198	-0.0693	0.6965	-0.3949
2.6	-0.1888	-0.0539	1.3506	-0.8695
2.8	-0.1649	-0.0431	4.4532	-3.4494
3.0	-0.1461	-0.0352		
3.2	-0.1308	-0.0293	2.4066	-3.4643
3.4	-0.1183	-0.0248	0.3348	-0.8723
3.6	-0.1078	-0.0212	-0.0283	-0.3911
3.8	-0.0990	-0.0184	-0.0526	-0.2220
4.0	-0.0914	-0.0160	-0.0778	-0.1434

Table-1 計算結果

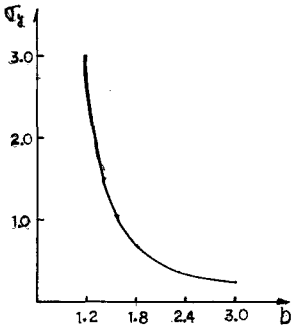


Fig-3 計算結果の応力影響線

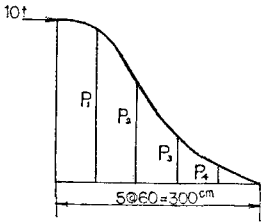


Fig-5 全面接着型

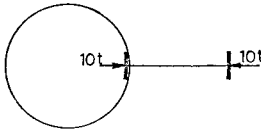


Fig-4 先端接着型

4. 結論

1 m² 1 本の割合で長さ 3 m のロックボルトを施した場合の計算モデルケースでは

- 1) 先端接着型では 5.33 t/m^2 の内圧効果
- 2) 全面接着型では 20.93 t/m^2 の内圧効果

以上の結果より、全面接着型の方が先端接着型に比較して約 4 倍程度の支保能力がある。