

偏平道路トンネルのパラメーター解析

佐賀大学 学生員 ○ 平川 彩子
正 員 石 橋 孝 治

1. まえがき

自動車交通量の増大に伴って一部道路の交通渋滞が慢性化し、これを緩和する対策が求められている。この対策の一つとして道路を多車線に拡張する案が検討され、部分的に実施されている。トンネル部については車線増に伴う大断面改築の必要が生じる。断面の改築により内空断面積は100㎡を超える超大断面トンネルとなる。これは従来のトンネルの規模を大幅に越えるため、安定性と経済性について十分に検討を行わなければならない。トンネルの基本形状としては、単心円、多心円があるが、これを3車線の超大断面に適用すると掘削空間が大きくなり建築限界上部に大きなデッドスペースを生じる。このデッドスペースを極力少なくするため、5心円形状の断面が検討されている。超大断面の偏平トンネルは経済的にも効率的にも優れているが、このような偏平断面トンネルを掘削した実績は少なく、その構造的な安定性については不明な点も多い。本研究では、2次元の境界要素プログラムを利用して、偏平道路トンネルの形状をパラメーターとする応力・変形解析を行ったものである。

2. 解析の対象と仮定

本研究で使用した2次元境界要素プログラムは、J.W.アリ博士らによって開発されたものである。解析対象としたトンネル断面は、日本道路公団が案として検討を進めている5心円断面の偏平トンネルであり、その形状を図-1に、表-1に6タイプの基本諸元を示す。1～3m間隔で節理がある新鮮ないし僅かに風化した程度の良質な岩盤を想定した。解析に用いた岩盤の力学的性質を表-2に示す。表-1に示した様に断面諸元についてだけでもパラメーターが多いため、今回は岩盤の力学的性質を固定し、トンネルの土被り高さ(D)は15mと150mの2つのケースを想定したパラメーター解析にとどめた。なお、本解析では素掘りトンネルのみを取り扱い、何らの支保工も考慮していない。

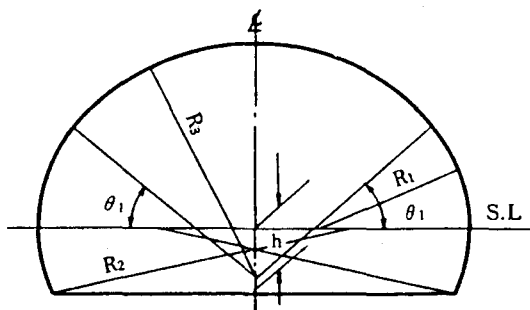


図-1 偏平トンネルの形状

表-1 断面諸元一覧

タイプ	R_3	R_1	h	θ	偏平率		内空断面積(㎡)	
					率	順位	面積	順位
1	7,600	5,300	1,800	20	0.577	2	105.3	1
2	7,000	5,300	1,400	20	0.545	4	103.5	3
3	8,000	5,300	2,000	40	0.561	3	101.1	4
4	8,200	5,300	1,200	30	0.509	6	100.2	5
5	8,400	5,300	2,400	50	0.578	1	103.6	2
6	8,400	5,300	1,400	40	0.524	5	97.9	6

3. 解析結果と考察

1) 応力分布状況

応力分布状況をここには示していないが、等主応力線を描いて比較検討した結果、最大、最小主応力とも全断面タイプを通じて顕著な差は見られなかった。

2) 破壊領域

破壊領域の発生に関しては、 $D=150$ mの場合、トンネル側壁部に全断面タイプを通してせん断破壊を生じた。その領域は偏平率が小さくなるにしたがって、側壁肩部に広がる傾向を示した。本解析ケースの場合、 R_1/R_3 と偏平率の変化の関係が同一でないこともあり、偏平率だけでは議論できないが、側壁部に何らかの補強が必要であることは示唆される。 $D=15$ mの場合、全断面タイプを通して破壊領域は生じなかった。これは力物性値として $D=150$ mの場合と同じ値を使用したことによるものである。

表-2 入力物性値

圧縮強度	σ_c (tf/㎡ ²)	15,000
単位重量	γ (tf/㎡ ³)	2.5
弾性係数	E (tf/㎡ ²)	250,000
ポアソン比	ν	0.33
側圧係数	λ	0.8

3) 主応力の変化

D=150 mの場合に側壁脚部の地山にせん断破壊を生じたことから、側壁脚部と底盤中央部に注目して主応力の変化を考察する。図-2にD=150 mの場合の最大主応力(σ_1)と最小主応力(σ_3)の変化を断面の偏平率と対応させて示す。側壁脚部の σ_1 は偏平率の増加に伴い減少する傾向を示している。一方、 σ_3 はオーダー的には零と考えて差し支えないが、増加する傾向を示している。主応力差を地山安定の指標と考えれば、この場合偏平率が大きくなると安定性が増すことになる。底盤中央部については、側壁脚部とは逆の傾向をしめしており、偏平率が小さくと底盤中央部では安定性が増すことになる。図-3に示したD=15 mの場合、主応力の変化は偏平率よりも R_1/R_3 の変化に強く影響を受け、底盤中央部と側壁脚部の主応力は共に R_1/R_3 が最大となる断面で急減、急増を生じている。Dが小さくなると、 R_1/R_3 に関する配慮も必要となるものと考えられる。

4) 壁面変位

図-4にD=15 mの場合の天端、S L点、底盤中央の変位の変化を断面の偏平率と対応させて示す。天端と底盤中央の変位はトンネル内空高さで、S L点のそれはトンネル内空幅で無次元化している。各箇所の変位は主応力の場合と同様に偏平率よりも R_1/R_3 の変化に影響を受けている。 R_1/R_3 が最大の断面で変位の急増減が生じている。さらに、天端と底盤中央ではその変化の方向が逆転している。Dが小さくなると応力同様に R_1/R_3 に関する検討が必要となるものと考えられる。

4. むすび

全てのパラメーターを考慮するまでには至らなかったが、偏平トンネルの断面決定に際しては偏平率のみならず採用する円弧の半径比についても検討しておく必要がある。

<参考文献>

井手節雄他：東名改築における3車線トンネルの計画，日本道路公団技術情報，第84号，1986年10月

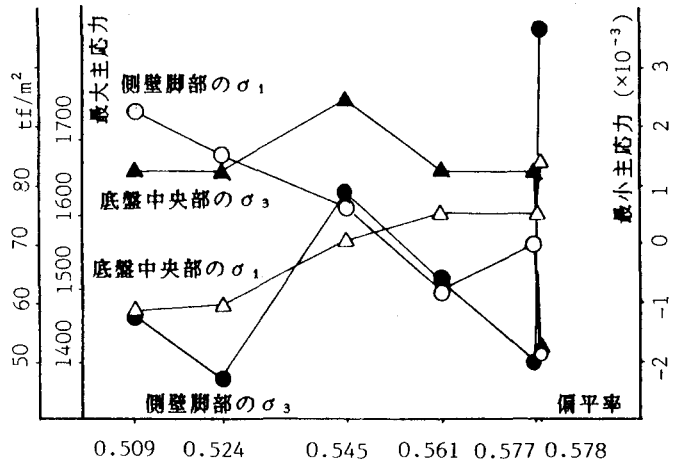


図-2 主応力の変化 (D=150 m)

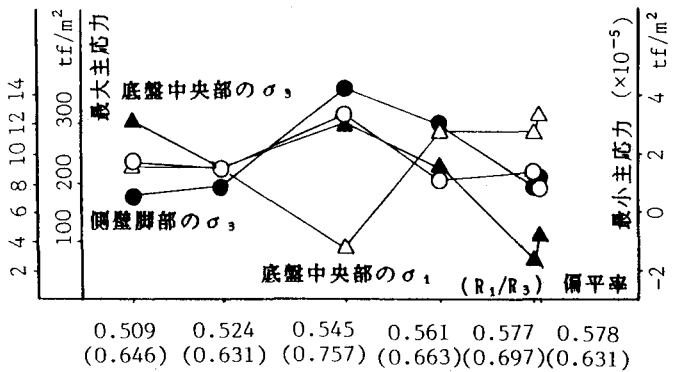


図-3 主応力の変化 (D=15 m)

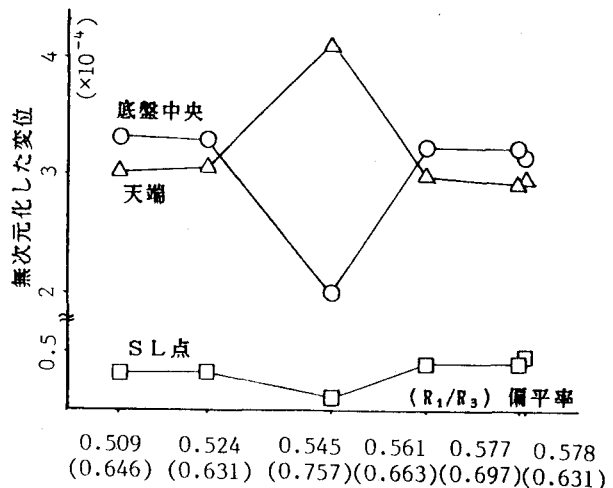


図-4 壁面の変位 (D=15 m)