

摂南大学大学院工学研究科 学生会員 ○山崎 太志
摂南大学工学部 正会員 道廣 一利
大阪工業大学短期大学部 正会員 吉岡 尚也
大林組技術研究所 正会員 木梨 秀雄

1. はじめに

近年、NATM が山岳部だけでなく都市域のトンネルでも採用されるようになった。一方、土被り厚が浅くトンネル周辺や直上に構造物が無い場合に、天端の崩落から思わぬ地表面の沈下または崩壊が起こる場合がある。NATM における掘削サイクルの中では、ずり出しの時間の占める割合が大きく、その間切羽面および天端の地山が安定していることが必要条件となる。そのため、土被り厚が浅い場合には、さまざまな補助工法が用いられて安全に施工されているが、補助工法の使用については経験的な部分があり、十分にその効果が解明されていないまま使われている可能性がある。

そこで、本研究では、土被り比が小さい、すなわち $H/D=1.0$ (土被り厚さ H /トンネル幅 D) のような条件下において、ずり出し作業の間に起こるトンネル天端部分の挙動を数値解析的に把握することを試みた。解析は地山等級 $B \sim D_{II}$ について行った。

2. 解析条件

地山等級が $B \sim D_{II}$ の地山に、2 車線の道路トンネルを全断面工法により掘削するものとした。解析領域としては、トンネルの幅(D)を約 10m、トンネルの側方をトンネル幅の 2 倍(20m)、下方をトンネル幅の 1.5 倍(15m)、土被り厚さ(H)は 10m とした。

本研究では、トンネル天端部分における地山の崩落現象に着目しているため、個別要素法を用いて解析を行った。また、不連続面に関しては一辺 1m の格子状を仮定した。解析領域を図-1 に示す。

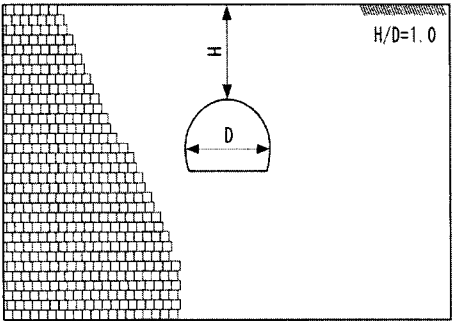


図-1 解析領域

3. 入力定数

表-1 に解析に用いた入力定数を示す。この表に示した入力定数は、日本道路公団¹⁾から提案されている地山等級 $B \sim D_{II}$ の値の代表的な値を用いた。ここで、地山等級 D_{II} については、等級をさらに細分化し、代表値を地山等級 D_{II}' とし、代表値の半分の値を地山等級 D_{II}'' とした。また、側圧係数 K_0 については 1.0 とした。

表-1 入力定数

力学定数 地山等級	E (kN/m^2)	γ_t (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	C (kN/m^2)	ν	K_0 (kN/m^3)	K_s (kN/m^3)
B	5.0×10^6	25	50	3.0×10^3	0.25	2.5×10^6	9.3×10^5
C _I	2.0×10^6	24	45	2.0×10^3	0.30	1.0×10^6	3.7×10^5
C _{II}	1.0×10^6	23	40	1.0×10^3	0.30	5.0×10^5	1.9×10^5
D _I	5.0×10^5	22	35	5.0×10^2	0.35	2.5×10^5	9.3×10^4
D _{II}	D _{II} '	1.5×10^5	20	2.0×10^2	0.35	7.5×10^4	2.8×10^4
	D _{II} ''	7.5×10^4	20	1.0×10^2	0.35	3.8×10^4	1.4×10^4

F.YAMASAKI, K.MICHIHIRO, H.YOSHIOKA, H.KINASHI

4. 結果と考察

図-2 は、それぞれの地山等級でのトンネル天端部分における地山の挙動を示したものである。ただし、ここに示した図はトンネル周辺地山を拡大している。まず、地山等級 B については、肌落ち程度のブロックの崩落が見受けられる。トンネル天端部分に示した変位ベクトルの大きさは 12mm である。つぎに、地山等級 C_I については、天端でいくつかのブロックの崩落が見られる。図中に示した変位ベクトルの大きさは 32mm である。さらに、地山等級 C_{II} についても、 C_I の結果と同様にブロックの崩落が見られる。ここで、ブロック間が開いているところを緩みとみなせば、天端部分には若干の緩みが生じている。この緩んだブロックの変位ベクトルの大きさは 135mm である。一方、地山等級 D_I については、天端部分からの崩落と緩みが生じている。また、 C_{II} の解析結果に比べ緩みの範囲も拡大している。緩んだ部分における変位ベクトルの大きさは 228mm である。最後に、地山等級 D_{II} のうち、 D_{II}' の場合は、トンネルの掘削が困難なほど天端部分からの崩落が見られ、地山アーチの形成が困難な状態になっている。 D_{II}'' の場合においては、トンネルを掘削することにより、地表面まで崩落した。

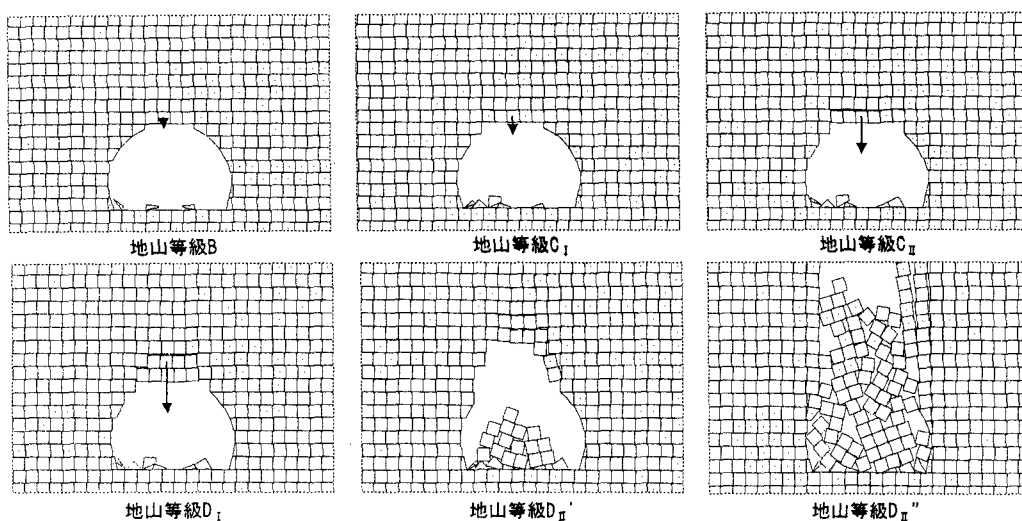


図-2 解析結果

5. おわりに

トンネルの土被りが浅く、しかも表-1 に示したような力学特性を有する地山にトンネルを構築する場合、ずり出し作業中に生じる現象を数値解析的に把握することを試みた。まとめると以下のようなになる。

- ①地山等級 B、 C_I では、掘削に伴う天端部分における地山は安定していることがわかった。
- ②地山等級 C_{II} 、 D_I においては天端部分に緩み域が生じ、場合によっては補助工法が必要になることもわかった。
- ③地山等級 D_{II} については、天端からの崩落があり、何らかの補助工法を用いて施工しなければならないことがわかった。

なお、解析を行うに当たり、ソフトブレーン(株)の協力を得たことをここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 日本トンネル技術協会: 大断面トンネルの設計・施工法に関する調査研究(その3)報告書<山岳部編>, 1994.3.