

静岡県内の四万十帯におけるトンネルの支保ランクに関する分析と考察

(社) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 正会員 ○寺戸 秀和

(社) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所

横沢 圭一郎

静岡県 土木部

濱田 貴夫

1. はじめに

トンネルは地中に建設される線状構造物であり、掘削前に地山の性状を全線にわたって詳細に把握することは困難である。このため設計段階の支保ランクは、非常に限られた情報（弾性波探査結果、坑口周辺のボーリング調査結果等）に基づいて設計することとなる。しかしながら、トンネルの施工中には切羽観察等により設計時には把握できなかった地山に関する種々の情報を把握できるため、設計時の支保ランクを見直して変更することがしばしばある。この結果、設計と実績の支保ランクが異なり、建設費用の増大を招くこともあるため、トンネルの設計は施工時の変更をできる限り少なくすることが望まれる。

本稿は、静岡県における四万十帯地山でのトンネルの施工実績を対象として行った、設計と実績の支保ランクの相違点に関する分析および考察の結果を述べるものである。

2. 分析対象トンネル

本稿では、表-1に示す四万十帯で施工されたトンネルを分析の対象とした。同表に示すトンネルは、いずれも静岡県内に施工された2車線の道路トンネルで、山岳工法（NATM）によって施工されたものである。

なお本稿では、表-1の分析対象トンネルを一括して取り扱うことにより、四万十帯におけるトンネルの特徴を考察することを目的とした。

3. 分析結果と考察

(1) 設計と実績の支保ランクの相違

図-1は、対象トンネルにおける設計と実績の支保ランクの延長を構成率として示したものである。また、表-2は設計の各支保ランクの延長に対する実績の支保ランクの延長を百分率で表したものである。例えば、設計の支保ランクがCI、実績の支保ランクの延長割合がCIIの欄は38.8%となっている。これは、CIで設計された全延長（L=379m）のうち、38.8%はCIIに変更されたことを表している。なお、これらの図表中の支保ランクは、日本道路協会の技術基準¹⁾に則して設定されたものである。したがって、DIIIは坑口部において用いられる支保ランクであり、他の支保ランクとは異なった性質のものであることから以下

表-1 分析対象トンネル

トンネル名	地質		建設年	延長(m)
Aトンネル	四万十帯	泥岩	平成13年	174
Bトンネル	"	頁岩	平成12年	231
Cトンネル	"	頁岩	平成13年	299
Dトンネル	"	泥岩・頁岩	平成13年	292
Eトンネル	"	砂岩頁岩互層	平成11年	420
Fトンネル	"	砂岩・頁岩	平成11年	173
Gトンネル	"	頁岩	平成12年	354

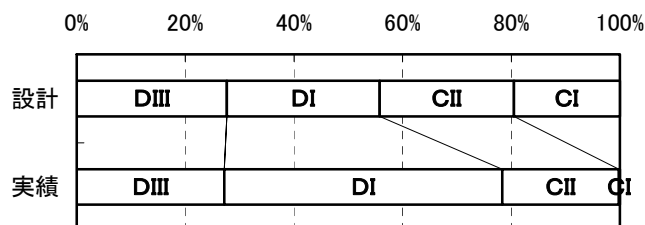


図-1 支保ランクの変更状況

表-2 設計に対する実績の支保ランクの延長割合

L : 設計延長		実績の支保ランクの延長割合 (%)			
		CI	CII	DI	DIII
設計 の 支 保	CI (L=379m)	1.1	38.8	60.2	0
	CII (L=480m)	0	54.2	45.8	0
	DI (L=547m)	0	1.6	98.4	0
	DIII (L=537m)	0	0	1.9	98.1

※対角線：設計と実績の支保ランクが同一

対角線より上：設計に対し重い支保ランクが採用

対角線より下：設計に対し軽い支保ランクが採用

キーワード 山岳トンネル、四万十帯、支保ランク、切羽観察記録

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵3154 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212 FAX 0545-35-3719

の考察では除外する。

図-1によると、設計時にはトンネルの全延長の約20%においてCIが用いられているのに対し、実績ではCIはほとんど採用されていない。CIと、CIIおよびDIの相違点として、前者のCIが鋼アーチ支保工を用いない支保ランクであるのに対し、後者のCIIおよびDIは鋼アーチ支保工を用いる支保ランクであることが挙げられる。このことから、四万十帯でのトンネル施工においては、鋼アーチ支保工が重要な支保部材として取り扱われていることがうかがえる。

また表-2に示すように、CIで設計されたものは、そのほとんどがより重い（剛性の高い）支保ランクへ変更されている。一方、CIIあるいはDIで設計された場合は、CIIでの設計の場合は5割強の延長において、DIでの設計についてはそのほとんどが変更なく施工時に採用されている。また、これらの支保ランクが変更される場合においても、CIIよりも軽い支保ランクに変更されることはなく、このことから四万十帯における鋼アーチ支保工の重要性が示唆されている。

（2）実績の支保ランクと切羽観察記録の相関性

これまでの分析において四万十帯におけるトンネル施工では、鋼アーチ支保工が重要な支保部材として取り扱われていることを示した。これは、四万十帯の地質が亀裂を多く含んでいることに起因すると考えられる。すなわち、鋼アーチ支保工は掘削直後に施工される支保部材であり、亀裂性の地山によく見られる天端崩落の抑制に効果的であるため、四万十帯地山では崩落抑制に有効な支保部材として採用されているものと考えられる。しかしながら、トンネル掘削前は亀裂が閉じた状態にあるため、設計時の弾性波探査では亀裂の存在による速度低下を把握できず、この結果、設計時の支保ランクは施工時よりも軽いものが用いられるものと考えられる。

このことは、施工時に行われる切羽観察記録の各項目の点数ならびに設計時の弾性波速度と、支保ランクをCI=1, CII=2, DI=3と数値に置き換えて相関係数を求めた図-2の結果からも考察される。この図に示されるように、実績の支保ランクと比較的相関性が高いのは、割れ目の状態あるいは割れ目の間隔といった割れ目（亀裂）に関する項目である。一方、

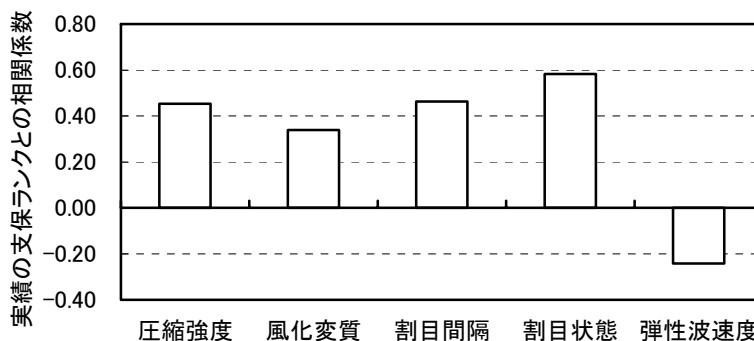


図-2 実績支保ランクと切羽観察項目、弾性波速度の相関係数

弾性波速度については、実績の支保ランクとの相関性が低い。このことから四万十帯のトンネル施工では、亀裂に対する評価が支保ランクの決定に重要な因子であることがうかがえる。また、弾性波速度のみから実績の支保ランクを設定するのは困難であることも示唆されており、これらは今後の設計において十分に配慮すべきであると思われる。

4. おわりに

本稿では、静岡県内の四万十帯でのトンネルにおいて鋼アーチ支保工が重要な支保部材として採用されており、それは地山の割れ目に起因するという見解を示した。また、弾性波速度のみに基づく設計では、施工時に支保ランクの変更が多くなることも示した。なお、後者については既報²⁾でも言及している。

今後は、他の地質についても同様な分析を行うとともに、施工実績を設計に反映するための手法について検討することを考えている。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，1989.6.
- 2) 寺戸秀和，横沢圭一郎，濱田貴夫：合理的なトンネルの設計・施工に向けた取り組みとその効果，第23回西日本岩盤工学会シンポジウム論文集，pp.127～134，2004.12.