

第二東名・名神トンネルの支保のマルチ化検討

日本道路公団 試験研究所 正会員 伊藤 哲男
日本道路公団 試験研究所 正会員 赤木 渉

1. はじめに

現在、建設中の第二東名・名神高速道路の大断面トンネルに適用するJH設計要領は、平成13年1月に制定され、先の試験施工結果から安全で合理的な「標準支保パターン」が示されている。しかし現段階では、地山等級(B、C、C、D)に応じた4つの支保パターンが掘削工法別に示されているが、(2車線断面のトンネルにおいては6パターンあることから)必要な支保量に対し、余裕のある設計となるケースが考えられ、その改善のため標準支保パターンの細分化が求められる。また、同要領には、設計の修正の考え方(支保の増減方向の指標)が示されるものの、それらを支保パターン化して表すまでには至っていない。

そこで、地山状況に応じた合理的、経済的な支保パターンを選択できるように、新しく標準支保パターンを追加する必要があると考え、支保のマルチ化案

について提案するとともに、確認のため現地トンネルでの試験施工を開始した。本報文は、第二東名・名神トンネルの支保のマルチ化検討について、その経緯と一部行われた現地試験施工の途中経過をとりまとめたものである。

2. 現行の標準支保パターン

JH設計要領(第二東名・名神 H13.1)に示されている標準支保パターンは、表-1 のとおりである。トンネルの一般部において、表-1 に示

表-1 第二東名・名神トンネルの標準支保パターン

掘削工法	地山等級	支保パターン	掘進長(m)	ロックボルト(早強モルタル)				吹付け厚さ(cm)	鋼アーチ支保工	
				長さ(m)	耐力(kN)	周方向(m)	延長方向(m)		上半サイズ	下半サイズ
上半先進工法	B	B	2.0	上半4 下半4	170	2.0	2.0	3.8	10(上半のみSFSC)	—
	C	C	1.5	上半6 下半4	290	2.0	1.5	2.9	15	HH-154
	C	C	1.2	上半6 下半4	290	1.6	1.2	1.8	15	HH-154
	D	D	1.0	上半6 下半6	290	1.5	1.0	1.4	20	HH-154
TBM導坑先進掘削工法	B	B	2.5	上半4 下半4	170	3.0	2.5(1.25)千鳥配置	3.8	10(上半のみSFSC)	—
	C	C	2.0	上半6 下半4	290	1.5	2.0	2.9	15(上半のみSFSC)	—
	C	C	1.5	上半6 下半4	290	1.2	1.5	1.8	15	HH-154
	D	D	1.2	上半6 下半6	290	1.2	1.2	1.4	20	HH-154

す二つの掘削工法が基本とされ、それぞれ4つの標準支保パターンが設定されている。各支保部材については、高耐力、高強度、高規格の材料を用い、軽量化、薄肉化を図っている。

3. 支保のマルチ化の考え方

支保のマルチ化を検討するうえで、第二東名・名神トンネルが、過去に検討された2車線トンネルでの検討時と異なる点は、「大断面」かつ「扁平」であることから、更なる安全面での注意が必要であるとともに、施工実績数が圧倒的に少ないという点である。そのため、2車線トンネルでの検討時のように、実績データを分析することによりマルチ化の案を提示する手法は、現実的ではない。しかし、「手探りではなく、2車線トンネルでの検討過程や結果を参考とする」、また、前述のように「新技術の導入による新しい規格の支保材料を採用したことから、現地での従来規格のものとの併用はなるべく避ける」ことを基本とすると、第二東名・名神トンネルの支保の増減は、ある程度その幅が限られること

表-2 第二東名・名神トンネルの支保の軽減方法

	支保の軽減化の案	軽減化しない項目
吹付けコンクリート	・厚さの減(5cmずつ)	設計圧縮強度の減
ロックボルト	・周方向ピッチを広げる ・短尺のものを採用する	引抜き耐力の減(一部採用) 打設範囲を狭める
鋼アーチ支保工	・下半のものを削除する	従来規格鋼の採用 SFSCへの変更
一掘進長	・延進	

となり、表-2 に示すとおりとなる。なお、ここでは、標準支保が余裕のある設計となるケースを改善するという目的から、支保の増強ではなく、軽減ということに限定している。

4. 支保軽減案と試験施工

表-2 に示す選択肢を表-1 の標準支保パターンに当

てはめたもののうち、TBM導坑先進掘削工法の軽減案を表-3 に示す。なお、上半先進工法は、後述する条件等に該当する施工現場がなかったことにより未実施である。表-3 の軽減案については、FEM等の数値

表-3 TBM導坑先進掘削工法における支保の軽減案

軽減案	変更元	変更内容
TBM-C	C	吹付けを15cm(上半のみSFSC) 10cm(上半のみSFSC) ₀
TBM-C	C	一掘進長を2.0m 2.2m ₀ 2.9m ² /本 3.2m ² /本
TBM-C	C	ロックボルトの周方向ピッチを1.5m 2.0m ₀ 2.9m ² /本 3.8m ² /本
TBM-C	C	上半のロックボルト17本の長さを6m 4mとし、耐力を170KNとする。
TBM-C	C	上下半のHH-154を上半のみとする。
TBM-C	C	ロックボルトの周方向ピッチを1.2m 1.5m ₀ 1.8m ² /本 2.2m ² /本
TBM-C	C	上半のロックボルト19本の長さを6m 4mとし、耐力を170KNとする。
TBM-D	D	吹付けを20cm 15cm ₀
TBM-D	D	一掘進長を1.2m 1.5m ₀ 1.4m ² /本 1.8m ² /本
TBM-D	D	ロックボルトの周方向ピッチを1.2m 1.5m ₀ 1.4m ² /本 1.7m ² /本
TBM-D	D	下半のロックボルト6本の長さを6m 4m ₀

第二東名・名神トンネル 標準支保パターン マルチパターン 支保軽減 試験施工

〒194-8508 東京都 町田市 忠生 1-4-1 TEL:042-791-1621 (FAX2380)

解析手法により、支保の軽減化の可能性について、標準支保パターンも含め確認するとともに、概算の節減額も算出し、支保の軽減化による影響を整理

してから現地試験施工を実施した。支保軽減案の試験施工は、その目的上、同程度の性状を有する地山が連続して出現すると予想される区間、また、土被りや力学特性等の条件が同程度である区間において、標準支保とそれに対する軽減支保とを1セットとして行う必要がある。このため、原則として、30m以上を標準支保(区間1)で、次の20~30mを緩衝区間扱いとし、その次の30m以上を軽減支保(区間2)とすることとした。そして、区間1、2のそれぞれ中央付近を計測工Bの実施断面とし、先行変位量も把握することから、拡幅掘削直前のTBM導坑内の計測工Aも実施した。

5. 現地での試験施工と今後の計画

現在、試験施工は、第二名神高速道路 鈴鹿トンネル(下り線, L=3923m)で実施している(図-1)。鈴鹿トンネルは、三重・滋賀県境に位置しており、鈴鹿山脈南端を東西に貫き、東側は中生代白亜紀に貫入した花崗岩と田村川層のホルンフェルスからなり、西側は第三紀中新世鮎川層群の砂岩・泥岩・礫岩から構成されている。

現地では、表-3 に示すTBM-案が実施されているが、ここでは、花崗岩区域で行われた「標準支保と案」の途中経過を示す。現段階では、案区間は下半掘削が行われていない。

表-4 に計測工Bの実施断面データを、図-2 に計測工Aの結果を、図-3, 4, 5 に鋼アーチ支保工応力測定を除く計測工Bの結果を示す。図-2 の内空変位量では、案の上半での変位収束が、標準支保よりも遅く、変位量も多く出ている。図-3 のロックボルト軸力は、標準支保で180KN弱(左肩部、3.5m)、案で200KN弱(左脚部、3.5m)出ているが、いずれも許容耐力内である。図-4 の地中変位測定は、案の左脚部、左肩部のロックボルト以深でやや大きい値が出ており、当該個所は、図-5 の吹付け応力において、他の個所と比べ大きい値となっている。ただ、案では、左側の地中変位が、内空変位量として吸収されてしまい、吹付け応力は、標準支保のそれと比べあまり生じなかったものと思われる。

最後に、現段階では、鈴鹿トンネルで行われた試験施工の一部の途中経過を述べるに留まった。しかし今後は、他のトンネルでの試験施工結果、並びに上半先進工法における試験施工結果をとりまとめ報告するとともに、有効な支保パターンは、JH設計要領に新しく標準支保パターンとして追加する予定である。

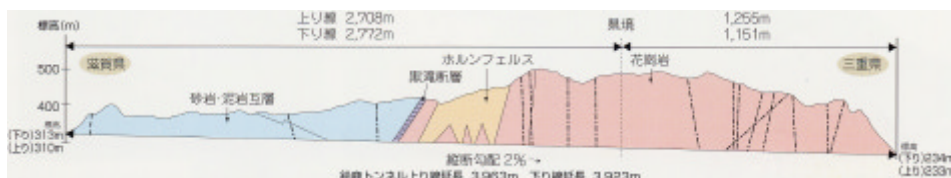


図-1 鈴鹿トンネル地質縦断面図

表-4 計測工Bの断面データ

標準支保	TBM-
STA.	510+63.9 512+04.4
土被り	163m 125m
圧縮強度	3.50 4.70
風化変質	2.50 3.00
割れ目の間隔	4.00 4.25
割れ目の状態	3.50 3.75
湧水量	1.00 1.00
水による劣化	1.00 1.00
切羽評価点	42.6点 27.6点

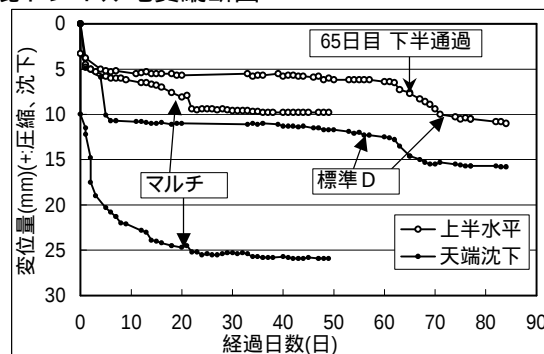


図-2 内空変位量測定結果

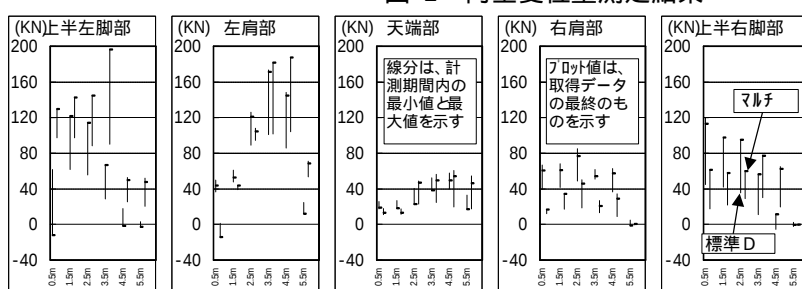


図-3 ロックボルト軸力測定結果(+ : 引張)

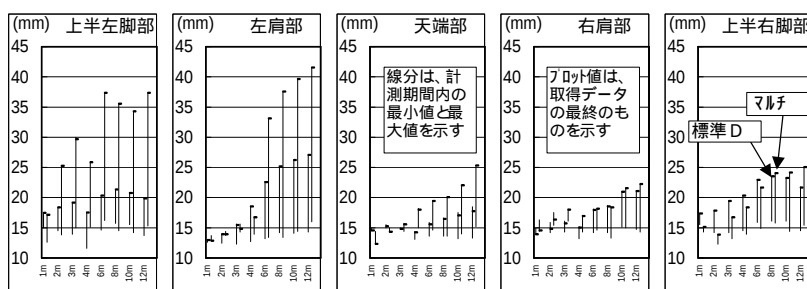


図-4 地中変位測定結果(+ : トンネル内側)

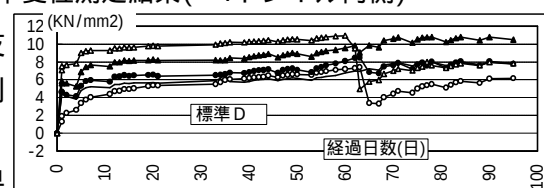


図-5 吹付け応力測定結果(+ : 圧縮)

