

老朽トンネルの診断と補修

1987年1月

千田正雄

1. トンネル一般について

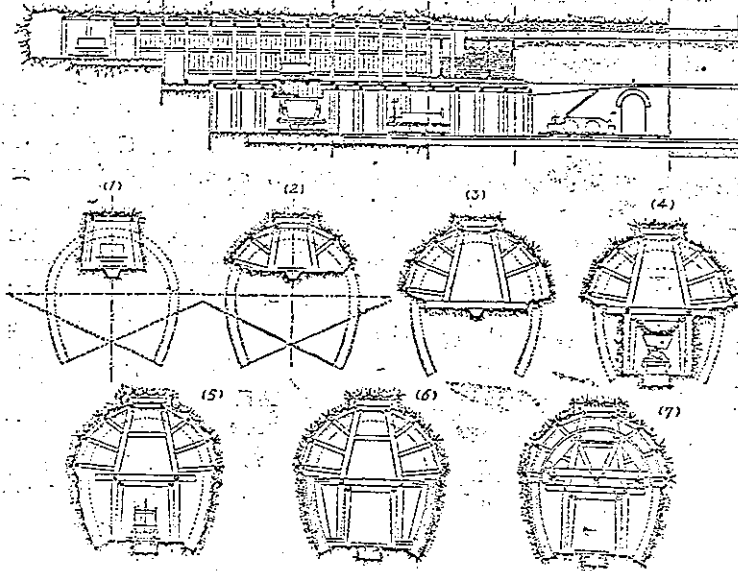
1. 古典的トンネル工法 (資料, 小林紫朗; 隧道工学 1934より)

第5節 日本式掘鑿法

此の方式は第1節に述べた方法で頂致
導坑内へ轉, 矢板, 撐及び撐柱を施し, そ
れに續いて丸形を掘鑿して一の桁及び二の
桁を入れて假りの杖梁で支へる。次に中脊を掘鑿して大引を敷き, 撐柱を大立と盛り巻へ, 三

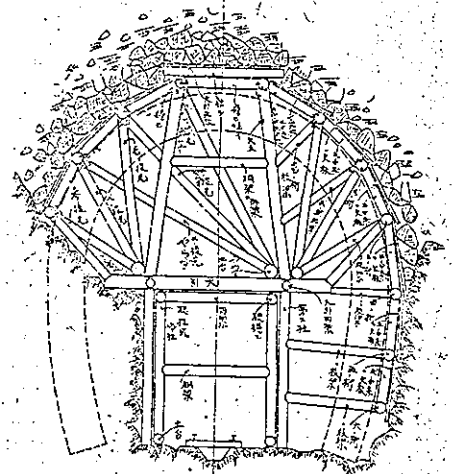
①

第 292 圖 管子隧道に於ける日本式掘鑿順序圖



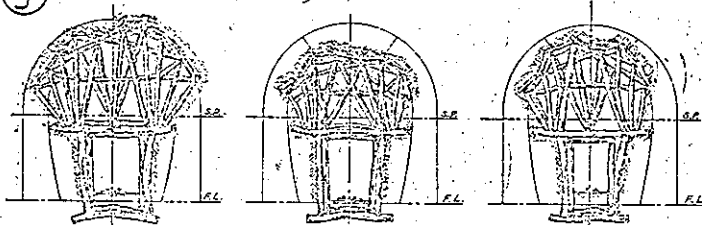
②

第 205 圖 御座強き場合の支保工

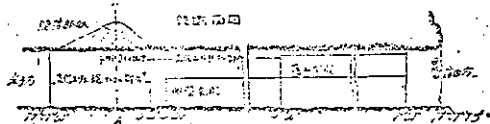


③

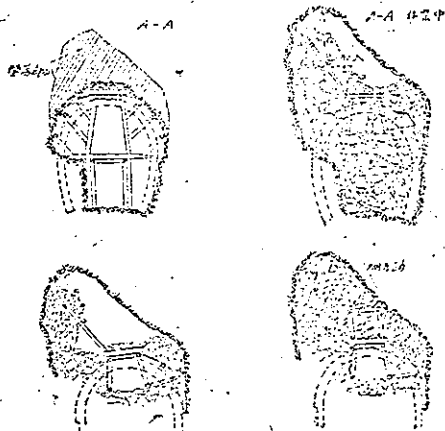
第 337 圖 折渡隧道支保工控折圓形の狀態



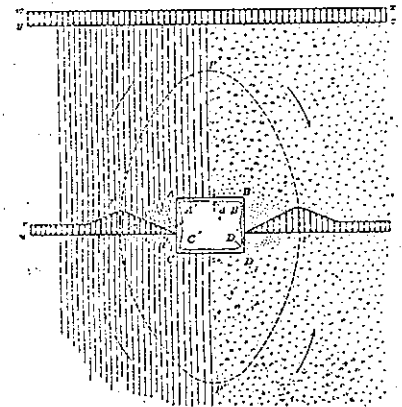
第 397 圖 第 2 淺利隧道山留工



④



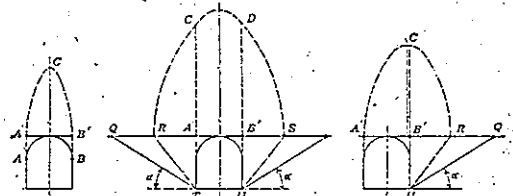
第 231 圖



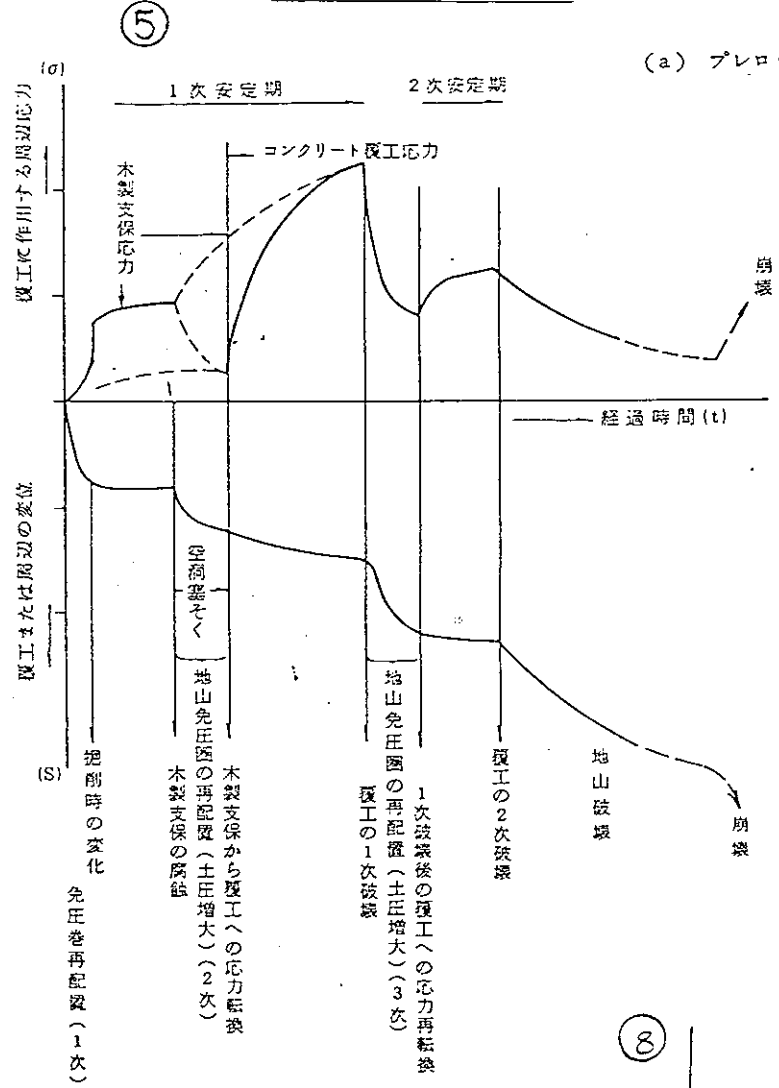
第 232 圖

第 233 圖

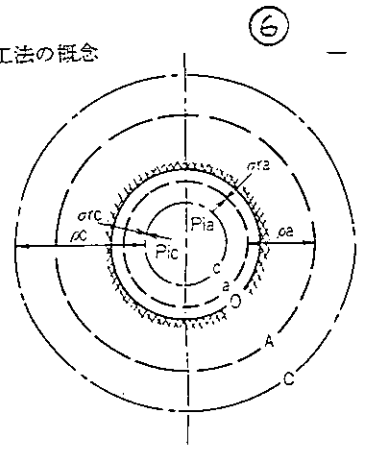
第 234 圖



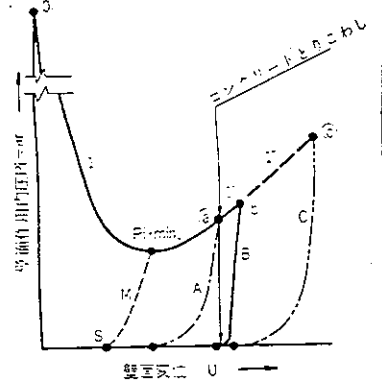
トンネル変状サイクル模式図



(a) プロックボルト工法の概念

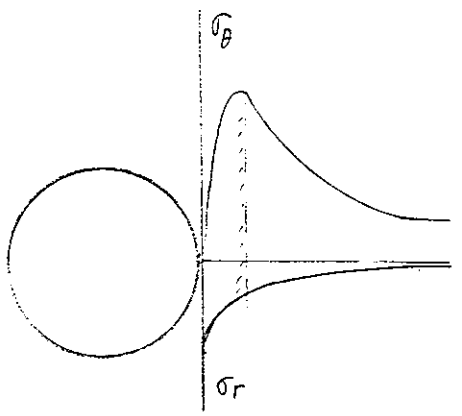


壁面変位と塑性領域

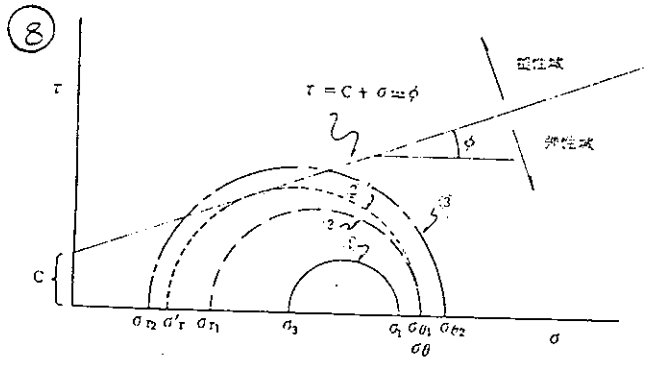


地山の変位と支保工 (内圧) の相互作用

⑦



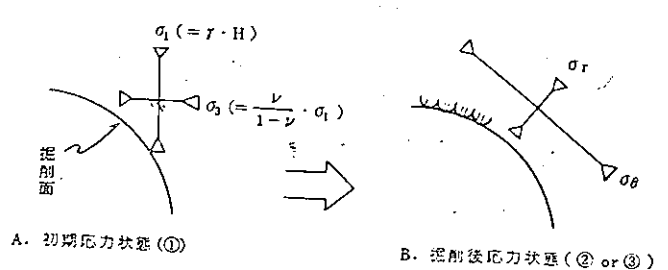
ゆるみと応力の関係



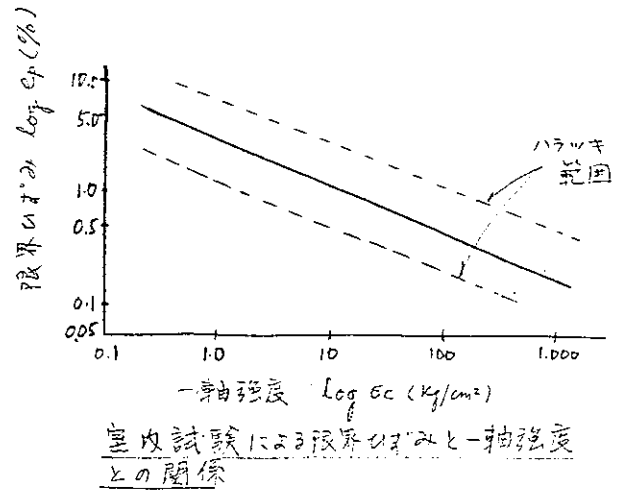
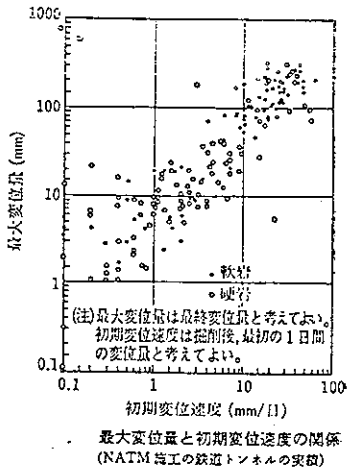
②の状態での安全係数 S.F. ②

$$S.F. ② = \frac{\sigma_{\theta 1} - \sigma_{r 1}}{\sigma_{\theta'} - \sigma_{r'}}$$

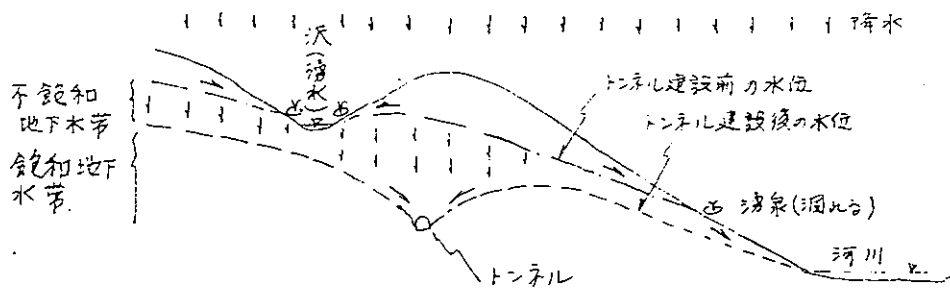
モール・クーロンの破壊基準



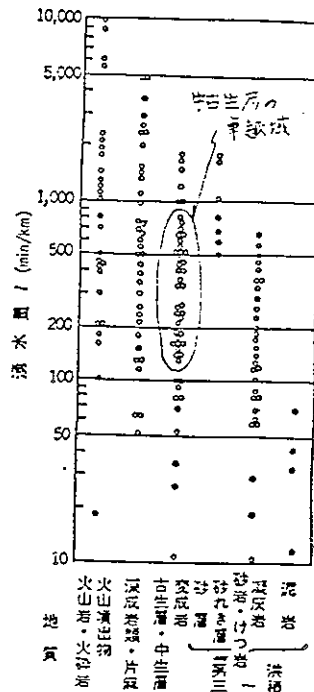
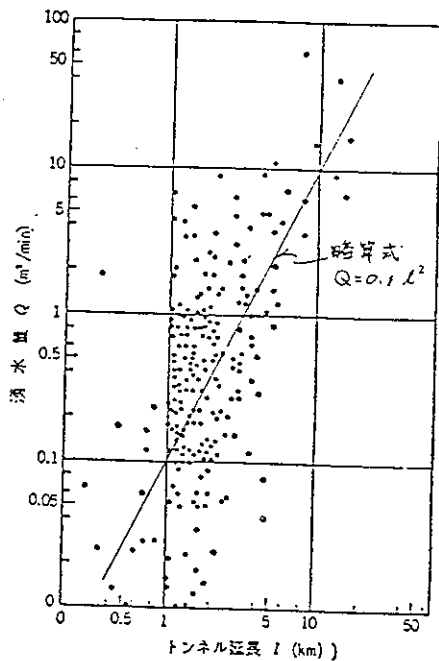
トンネル掘削時の周辺地山の応力変化概念図



トンネルと地下水位の関係



トンネルの恒常湧水量 (国鉄資料)

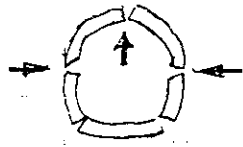


(a) トンネル延長と湧水量の関係

(b) 1km 当たり地質別トンネルの湧水量

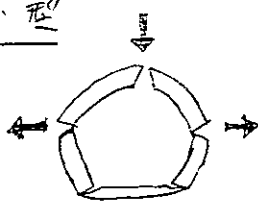
トンネルの変状クラックの原因と変状形態

側圧型



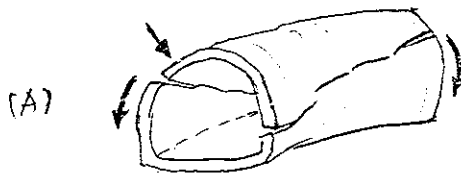
土かぶり比較的太く天端に空洞残しているときなど

直圧型



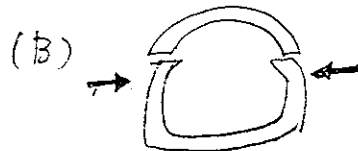
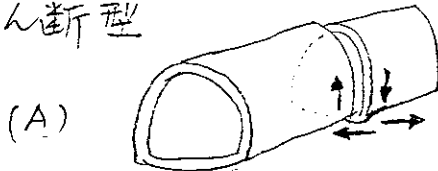
土かぶり薄く軟質地山が多い。(圧座ありときもある)

ねじれ応力型



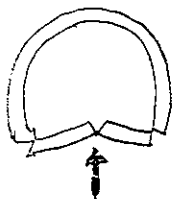
地すべり、不等沈下

せん断型



側圧型の応力時、天端コンクリートが強力で、空洞が存在しないときなど。

盤圧型



地山が盤がくれや、外水圧力により押しあけられている。

その他、はらみだし(放射クラック)、はく離、はく脱 などがある。

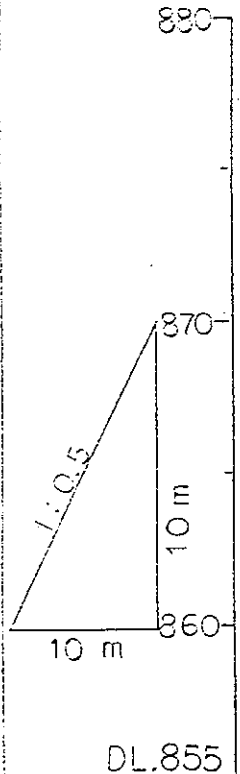
◎ トンネル保守管理で感違ひは有りことか。

- 1). トンネルにカーテングラウティングしてもあまり効なし。
- 2). 側圧による天端クラックをアーチ巻替だけやっても効ない。
- 3). グラウティングの圧力が覆工へ作用する程度は予想以上に小さい。
- 4). 岩盤が良いところほど新しいコンクリートにクラックが入ることがある。(NATM吹付けのひき割れなど)
- 5). 側壁の沈下にアーチ巻替やっても効なし。
- 6). 鉄管の内巻に作用する外水圧は防ぎ得ない。
- 7). 風化した尾根では、多くの場合、ハツモ山が動いている。
- 8). トンネル内の変状の進行性をチェックするとき、高精度の内空断面測定がより有効である。(ラステリアル疑問あり)。
- 9). 沢の下湧水は、必ずしも沢の水とは限らない。
- 10). トンネルの調査は、全線の診断が優先される。100m単位の間かくでのコアボーリングを行っても診断は困難。

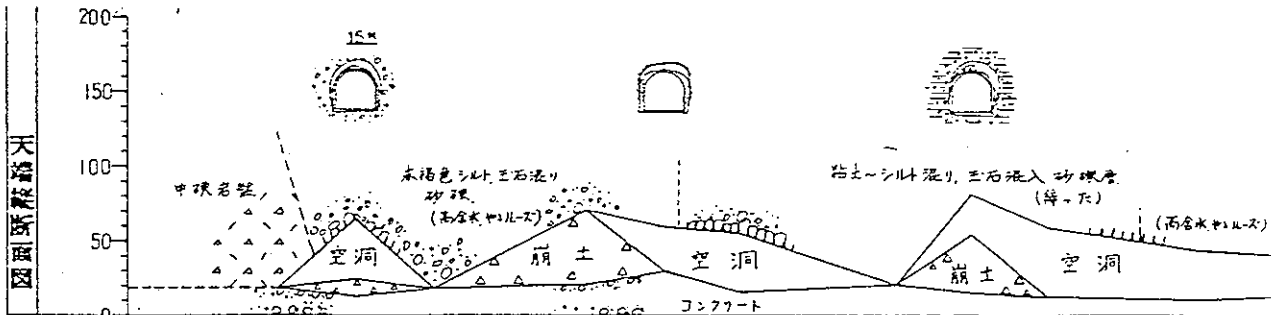
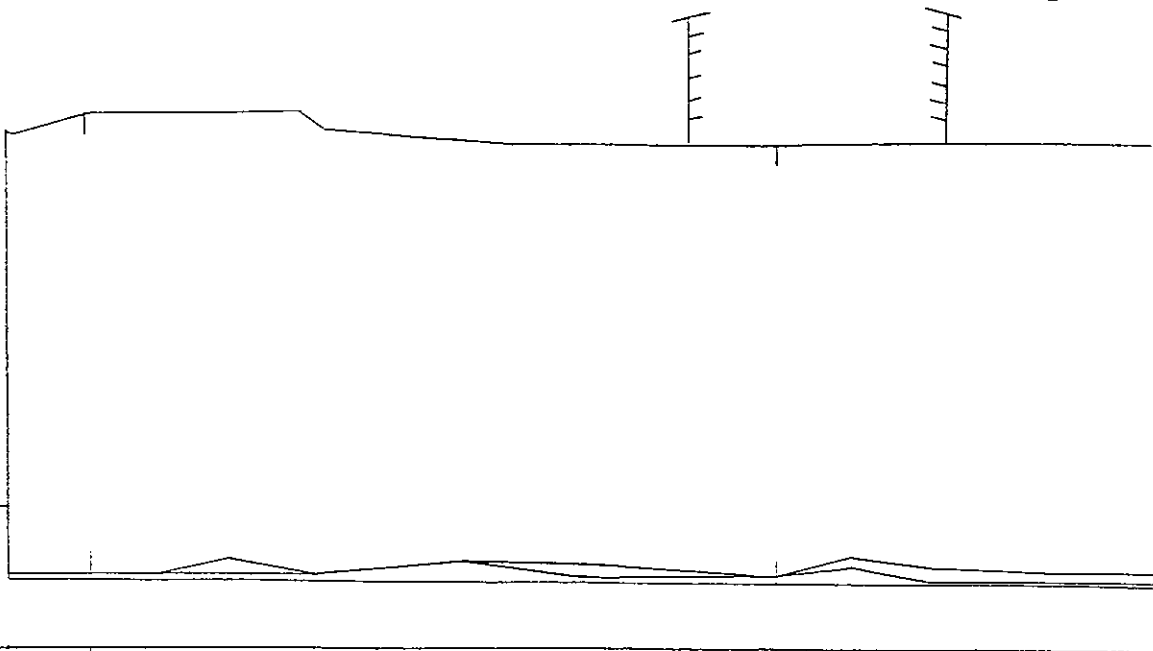
診断調査 → 判定 → 細密調査 → 判定 → 対策比較 → 対策設計

- 11). 裏込めグラウティングの有効性をより認識しよう。
- 12). 経年トンネルの覆工は、天端に空洞あっても、門型ラタン的構造で土圧を支持している。うかつなとりはめは危険。
- 13). 覆工とりはめによる地山の挙動は、数メートル先までにも及び。
- 14). 湧水箇所と最地質不良箇所には「ズレ」があることが多い。
- 15). 安定性で、巻替が最善とは限らないことがしばしばある。
- 16). 無巻部の浮石は落とせば良いとは限らない。

水路現況調査図



地形横断面図



放水所発電所

測定	綜合評価	B2	A1												
評価	評価	地山マダ	復工予定。地表陥没誘												
評価	山登級	II	I												
評価	山登級	CL-H	EM					EM					EM		
評価	山登別	中硬名岩 [A1b-h]	段 II 礫層 [Te-3]												
評価	空洞 (cm)	000	20	40	21	000	000	300	090	000	027	13	080	030	
評価	崩土厚 (cm)	35	0	80	02	00	00	50	000	000	000	09	39	40	
評価	崩土厚 (10m 目筋)	25	19	18	20	13	24	26	18	06	36	40	32	30	
評価	孔帯	C01e	8	C015c	8	02	08	C03e	8	C03c	8	04	C05e	8	
評価	孔帯	D1e	8	D15c	8	02	08	D03e	8	D03c	8	04	D05e	8	
評価	孔帯	SSS 系不飽和層 (SILE)													

