

## 北陸本線新深坂すい道の特殊施工について

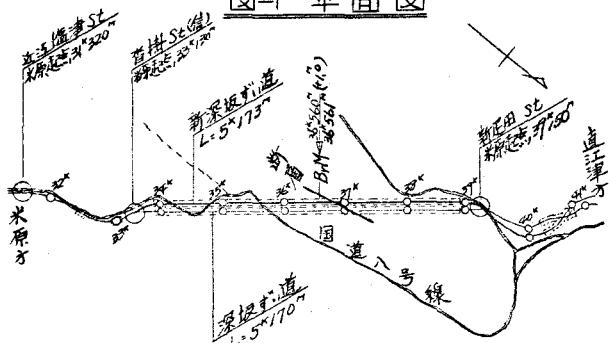
国鉄岐阜工事局 関 本 義 雄

## 1. 概 要

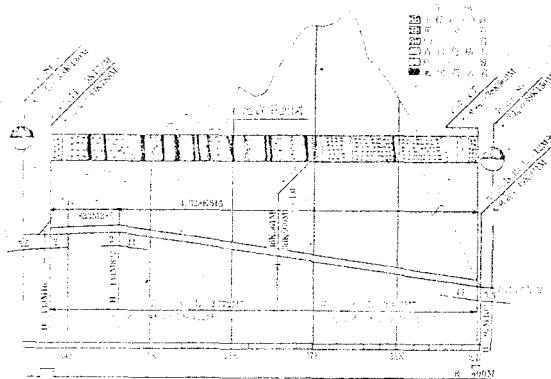
北陸本線敦賀～今庄間に北陸すい道（延長 $13.870\text{m}$ ）が昭和37年6月10日開業したのでこの間の輸送力は飛躍的に増大したが、木ノ本～敦賀間は単線のため輸送に制約を受け特に沓掛信号場と新疋田駅間には、深坂すい道（延長 $5.170\text{m}$ ）があつて複線化のネックとなつていた。

このため他区間に先だち新深坂すい道の施行をいそぎ、在来すい道の左側 $30\text{m}$ の位置に平行した別線の単線すい道（延長 $5.170\text{m}$ 交流電化／号型）を図-1、図-2のように計画し、昭和38年2月1日着工した。

図-1 平面図



2 断層地帯における施工方法



## 2 地 質

地質は図-2のように全体を通じて花崗岩であるが結晶が荒いため風化を受けやすく真砂になりやすい岩で、この附近は琵琶湖北部の断層地帯にあたつていて大小無数の副断層がすい道と鋭角で交差しており、又ひん岩の薄層を狭んでいる箇所は破碎、又は、粘土化して掘さく後膨張し、鉄製支保工に変状をおこしている。

断層の一部は、湧水を伴つてゐるためその箇所の掘さくは困難をきわめ、断層突破に1箇月以上を要した断層は4箇所に及んでいる。

$36.850\text{m}$ 附近は、厚さ約 $50\text{m}$ の断層がすい道と $27$ 度で斜交しており、在来すい道施工当時強大な膨張土圧のため覆工コンクリートが破壊し改築を施工した箇所で、青色粘土の薄層を狭む青灰色の破碎帶である。

## 3 特殊工法

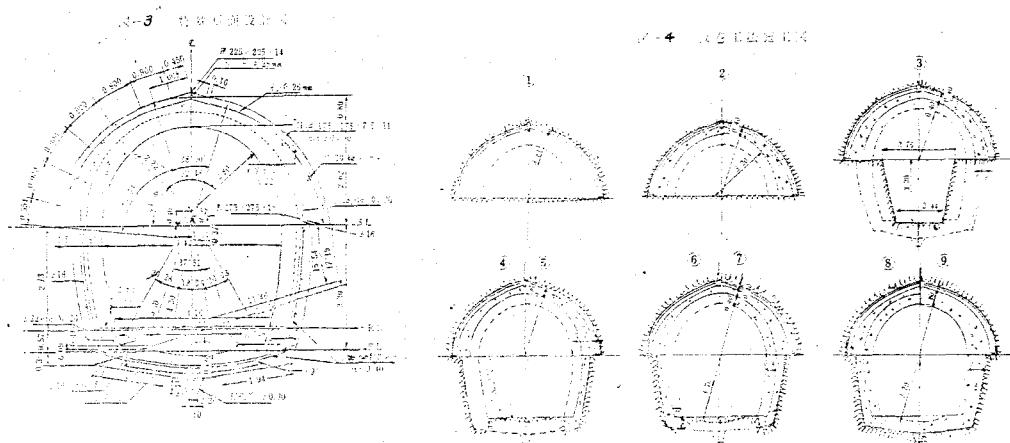
上記断層は、 $30\text{m}$ はなれた新すい道でも突破を要するので前回調査資料及び改築施工を検討の結果、特殊工法で施工することとした。

## A. 計 画

(1) 断面及び施工順序は、図-3、図-4のとおりで上部半断面掘さく後H型鋼 $/7.5\text{m}$ の鉄製支

保工を90cm間隔で埋込み、約10m掘さく後直ちに厚40cmのアーチコンクリートを延長60m仮巻施工する。

- (2) セントルは、アーチコンクリート養生中も上部半断面掘さくができるよう、すり模様（G.S.-5）が造れる形状とする。



- (3) セントルを撤去した区間は、大背を掘さくし、上部半断面掘さくのやり出しを容易にし、引続いてアーチコンクリート打継目部分の土平、及びインパートを延長 $3.0\text{m}$ 抜き掘し、インパートコンクリート、及び厚 $40\text{cm}$ の側壁コンクリートを仮巻施工する。打継目中間部も同様の順序で施工する。

- (4) 仮巻コンクリートは、き裂、変状の発生状態を調査し、その状況により厚40cmの鉄筋コンクリート、又は無筋コンクリートを本巻施工する。巻厚は仮巻、本巻ともで80cmである。

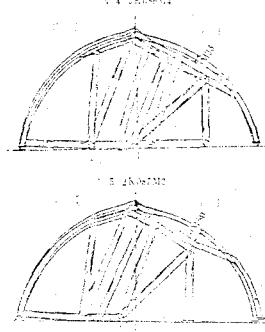
- (5) コンクリートの圧縮強度は、 $\sigma_{28} = 350\text{ kg/cm}^2$  とし早期強度を必要とするのでポソリスム / 0 を混和する。

上記の方針に基づいて細部設計を行い、38<sup>西</sup>800<sup>東</sup>から890<sup>東</sup>まで90<sup>東</sup>間を特殊工法で施工することとした。

B. 施工

昭和40年3月4日、36<sup>K</sup>878<sup>M</sup>山手から断層粘土(厚9m)があらわれたので、直ちに上記工法に切替えた。断層帶には湧水がなく、走向は坑奥に向つて右に27度、傾斜は坑口側で65度でかぶつており、断層帶の坑口側は、風化花崗岩で粘土交り真砂となつていた。

上部半断面掘さくは、順調に進行したが3月6日早晩、琵琶湖北西部を震源地とする震度4の地震に遭遇した。この時切羽の作業は鉄製支保工延辺準備中であつたが、地震と同時に土圧のため後方既設の支保工2基が図-5のように約20cm変状し、切羽に少量の湧水を生じた。幸い作業員に死傷はなかつたので、変状支保工に支柱をたて補強したが、土圧は遂次増大し変状が進むので更に松丸太で補強した。

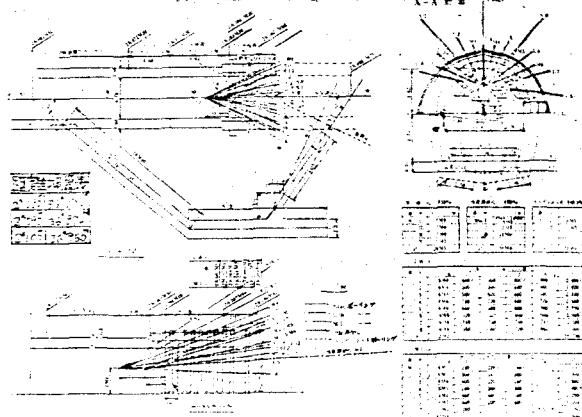


変状の少ない $36^{\text{E}} 878^{\text{M}}$ から延長 $21^{\text{M}}$ は、直ちにアーチコンクリートを仮巻施工し、以降は変状支保工を取替ると共に、中間に夫々鉄製支保工を増設して間隔を $5.5\text{m}$ とし、仮巻コンクリートを施工した。 $36^{\text{E}} 878^{\text{M}}$ より坑口側 $60^{\text{M}}$ は断層土圧の影響を受けるので、アーチ鉄筋コンクリートを逆巻施工したが、養生中に土圧が増大しセントルに変状を生じた。

湧水量は日を追つて増大し、3月24日には $288\text{t/h}$ に達し切羽中央上部の矢板裏から土砂と共に流出し、掘さく困難となつたので切羽全面に矢板をはり土砂の流出を防止したところ約 $1/3$ に減少した。

この断層突破には、種々の工法が考えられるが薬液注入により湧水の防止といふんだ地山の固結をはかり、なお湧水を抜くためずい道中心より $15^{\text{M}}$ はなれた位置に図-6のように水抜坑を掘さくした。

図-6 新規成井道延長区段の水抜き工法



薬液注入は、セメント水ガラス(LW)を主体とし、注入量の $20\%$ はケミゼクト(MI)を注入した。注入孔はボーリング機械でせん孔したが必ず鉄製支保工に当るので最初は切断出来るか不安があつたが、ダイヤモンドクラウンで切断した。メタルクラウンでも埋込方法を考慮すれば可能と思われる。

LWは $50\%$ 水ガラス水溶液とセメントミルク( $100\sim300\%$ )の等量を注入管の末端にT管を取付け、グラウトポンプ2台で注入し、注入圧力は $10\text{kg}/\text{cm}^2$ で、MIも同様の方法で注入した。

注入完了後5月6日より陥壁を取りこわし、流出した土砂を取除いたがこの中にも薬液は脈状に注入されていて、注入圧力のたゞよく繰りピックハンマーを使用して掘さくした。

陥壁裏面より旧切羽まで約 $50^{\text{M}}$ の土砂を取除いた時の状況は、 $175^{\text{M}}$ の鉄製支保工はねじれ曲り、矢板はベニヤ板を曲げたようにひどく変曲して写真-1のとおりであつた。この様な状況にもかかわらず地山の固結が成功し、これ以上押出すことなく、湧水は山手上部に適水がある程度となつたので、直ちに切羽部分のアーチ仮巻コンクリートを施工した。

図-6の水抜坑掘さくは順調に進み、5月3日延長 $35^{\text{M}}$ の位置で褐色の粘土層にあたり $32\text{分}$ の湧水を生じたので一時中止したが、5月31日掘さくすみの $36^{\text{E}} 860^{\text{M}}$ 上部半断面山手側から $30\text{分}$ の湧水を生じたので、水抜坑からの調査ボーリング $3$ に沿つて更に水抜坑を掘さくしたところ、湧水帯にあたり上記湧水は殆んどなくなつた。



旧切羽以奥は、粘土層に近い破碎帯のため薬液注入は入らないと考えられ、注入しなかつたが切羽の進行に伴つて少量の湧水がついて廻り、断層面より坑口側は粘土まじり真砂土のため薬液注入で防止出来なかつた少量の湧水と共に泥土となつて流れ出し、掘さくの進行と共に切羽についてまわるのを断層面通過まで上部半断面掘さくは、意外に苦労した。工事費は増加するが、注入の際切羽以奥の断層面まで注入しておくべきであつた。

断層面を通過後の上部半断面は、順調に掘さくが進行し当初の計画どおり仮巻コンクリートを施工したが、S I 下部の掘さくは断層面通過まで川手側の土圧が大きく当初計画の大背さくは施工困難となり $3.5^{\text{m}}$   $8.75^{\text{m}}$  以奥  $8^{\text{m}}$  間は、 $1.2^{\text{m}}$  毎に下部半断面の正面に鏡止を行なながら土平を縫い下り、掘さく後直ちに側壁仮巻コンクリートを施工した。この間は側圧が大きいのでインパートコンクリートにかわるものとして、F I 下部に $200^{\text{mm}}$  のH型鋼を胸張として仮巻コンクリートに埋込み、インパートコンクリートは後から施工した。このH型鋼は、インパート掘さくの時中央で $3.2^{\text{m}}$  上方に変曲しており土圧の強大さを示していた。

これより以奥は、当初の計画に準じて施工することが出来、特殊工法は施工の結果 $4.4^{\text{m}}$  のびて $9.4^{\text{m}}$  施工した。

#### 4 薬液注入

L W注入は鉄道技術研究所の樋口技師のご指導を仰ぎ、研究報告 $\#454$ に基づき次のように施工することとした。

(1) 研究報告の試験結果

種別	W/C	100%	300%
ゲル化時間		38秒	1.5分
24時間後の硬軟		硬	硬
分離性(上ずみ)		0%	1.8%
ブリージング		0%	1.0%
圧縮強度(7日)		$5.0^{\text{kg}}$	$3^{\text{kg}}$

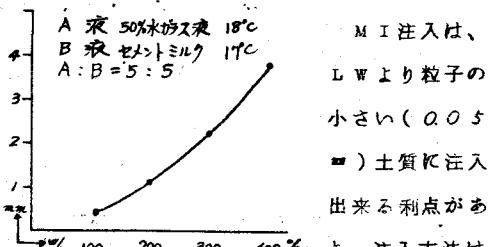
(2) 配合表(%)

番号	A液		B液		
	水ガラス	水	W/C	セメント	水
1	250	250	100%	380	380
2	"	"	200%	216	432
3	"	"	300%	151	452

注：水ガラスは3号を使用した。

(1)の表はA液、B液を等量IC使用した場合で、これに準じ現場試験を行つた結果は図-7のとおり

図-7 セメントミルク%別凝化時間である。



M I 注入は、  
L Wより粒子の  
小さい( $0.05^{\text{mm}}$ )  
土質に注入  
出来る利点があ  
り、注入方法は

L Wと同様でゲル化時間は、温度によつて異なるが、道内では大体1分30秒程であつた。

写真-2は現場の注入状態である。

次へ

