

—技術四方山話—

奮戦記「土木屋は何でもこなす?」(前編)

開42 鶴田 秀典



久留米市生まれ

小学校から高校1年まで福岡市在住

福岡県立修猷館高等学校卒

現在、埼玉県入間市在住

元NTT勤務

【略歴】

1967(昭和42)年 日本電信電話公社(現NTT)本社入社

技術局及び電気通信研究所等の本社機関、電気通信局、電気通信部の各地方管理機関、現場最前線の電報電話局等全ての機関を経験。

1992(平成4)年、NTT土浦

GPU(茨城県南の土浦、つくば、取手、竜ヶ崎の4支店、30余の電話

交換局からなる)統括支店長より、1993(平成5)年NTT電気通信工事認定会社・新興通信建設株式会社(後に大和通信建設株式会社と合併、和興エンジニアリング株式会社と社名変更)に移籍、常務取締役・システム事業本部長。

1、はじめに

私は、日本電信電話公社(現NTT)において、いろいろな部署を広く経験してきたが、その中でも電気通信研究所でのテーマ「小断面シールド(M₂)工法」の研究開発に従事したことが、特に強烈な印象として残っている。今回は、技術面だけでなく、その過程で起こったいろいろなエピソードなどを交えての「技術四方山話」的に紹介してみたい。

土木は「オールマイティの技術」とも言われるが、知識、経験を拡げていく過程で、いろんな環境に適応し

ていく、問題を乗り越えるに当たっての「ある奮戦記」として、少しでも面白く読んでいただけたら幸いである。

2、茨城電気通信研究所へ赴任

1980(昭和55)年1月、私は建設間もないつくば研究学園都市にある、電電公社屋外設備技術開発組織・建設技術開発センター土木技術部構造担当(統括を兼務)から、東海村の茨城電気通信研究所線路研究部研究専門調査役として通信土木研究室に配属された。事業部門採用である私にとって、研究所は全く別会社に行くに等しい。

茨城電気通信研究所は、1960(昭和35)年放射線利用による部品材料の研究実用化のため、電気通信研究所茨城支所として、東海村の原子力研究所と隣接して作られ、部品材料研究部と通信屋外設備(ケーブルやミリ波導波管、通信トンネル等)を研究する線路研究部を擁し、1971(昭和46)年茨城研究所として独立した。

私が赴任した当時、電気通信研究所で最も有名で代表する研究テーマ

は、「光ファイバーの研究」と我々が従事した「小断面シールド工法の研究」であった。

折しも光ファイバーの研究は、「近い将来、通信手段に一大革命が起るのではないか」と確信を持って期待され、光ケーブルの材料の研究の実用化に向けて世界と激しい競争の真つただ中にあり、いわば花形の研究チームであった。

1970(昭和45)年、世界最大のガラスメーカーとして知られる「コニング・グラス・ワークス社が新しいガラス繊維の開発(20デシベル/kmという低損失のガラス繊維の開発)に成功というニュースを受けて、これを通信手段に応用するという研究に茨城通研は直ちに取り掛かったのである。

ところが容易ではなく、取り掛かりの選ばれた若い4人の研究者は不思議なことに、全員昭和18年生まれの20歳台であった。彼らは、リーダーから「キミ、ガラスと一緒に死んでくれんか。俺も死ぬから…」と宣告を受けたそうである。

(経済評論家・内橋克人 最先端技術の世界第三回)通信革命・光ファイバーへの十年(より)

茨城通研に着任した1980（昭和55）年、この光ファイバー研究チームを自分勝手ながら「我々の最強の競争相手」と目して昼夜を問わず鎬を削ることとなる。また、光ファイバーチームの4人は、全員私と同じ年の生まれであったのは偶然であつたらうか？

3、研究所生活開始での洗礼

私は事業部門の採用である。ところが研究所の連中は研究専門の、つまり研究一筋の研究部門採用である。私は本社技術局を振り出しに技術開発を担当する事が多かったが、所謂研究職ではない。研究所からすればよそ者である。我々のことを事ある毎に「事業部門の連中」と区別して言っていた。私は技術開発を主に取り組んだ経験があるとは言え、かなり泥臭い、現場に密着したテーマを課せられ、早期に開発し、実用的で直ぐに役立つ形で現場に出す責務を負って来た。

ところが、採用部門が違うとかそんな言い訳は一切効かない。

例えば研究所に着任すると先ず、古い（とは言っても私は当時36歳）も

若きも全員、英語のヒアリング、それに時事英語、一般の英文和訳、和文英訳とかのレベルテストを受けさせられた。それこそ有名大学の大学院を出た若い優秀な研究者で、日頃から論文を国内外に発表することを生業にしている彼らと、私のような一過性の研究責任者で、スコップで土を掘る、所謂土方も経験してきている者が全く同じ土俵で全員、試験を受けさせられるという業務命令、洗礼を受けたのである。しかも一番からラストまで順位を付けると言う。「俺の様な事業部門の部外者に、今更何でこんなことをさせるのか!!」といくらバタ狂つても無駄な抵抗であつた。

しかし意外だったのは、研究部門



写真-3.1 茨城電気通信研究所
(右上は1960年当時の茨城支所、左下道路を隔てて東海村日本原子力研究所が広がる)

採用でなく事業部門採用が大半を占める我が通信土木研究室の若い部下達が、Oral Testで一番、その他のTestで2番、その他10番以内にも入った者もいたという結果を聞いて溜飲を下げた。それからは我が研究室が研究所の連中に、一目置かれた気がしたものである。

4、小断面シールド工法（M-2）の研究開発

(1) 発令された理由と役目

茨城電気通信研究所では、トンネル壁をヒューム管とする従来から適用されて来たものを改良した小断面シールド（M-1）工法を世に出したが、更に高性能の長距離、曲線施工に対応出来る、高能率化、経済化を目指したM-2工法の研究開発に取り掛かっていた。

M-2工法は種々の技術が複合したもので、いろんな専門集団を束ねるプロジェクトマネージャーが必要とされていた。しかし、電電公社の通信土木技術はまだ黎明期を脱していない時期であり、まだ専門技術者にも限りがあった。

そこで私は、泥水加圧式シールド

工法の設計から施工の現場を経験した事があること、通信土木の先端技術を扱う筑波建設技術センターで、現場に直結する開発の経験があり、また土木技術部の統括業務をも担っていたこともあつて、発令されたものと思われる。強いリーダーシップを発揮しながらチームを取りまとめ、早期に実用化を進めるという役目であるが、前途は多難であつた。

(2) 工法の概要

日本のトンネル築造技術、特に大断面シールド技術は、泥水加圧式や土圧式等あらゆる地盤に適用出来る新工法が続々実用化され、世界でトップレベルにある。しかし小口径のトンネル技術は、従来のセグメント方式やヒューム管方式などにとどまり、長距離築造のネックとなっていた。

本工法は、いわば小口径自動トンネル築造システムで、掘削部と制御部及びパワーユニット部、ライニング部からなるシールド機と掘削土およびライニング材料を運搬する構内運搬システム、早強レジンモルタルを製造する材料プラント、更にシステムを遠隔自動制御する制御システム

ム、操作室などから構成されている。特に構内作業を無人化することが必要である。このため、ミニコンピュータを用いて掘削機の運転、ジャイロを用いた連続位置計測、ライニングの現場打設、構内運搬車の走行等、一連の工程の自動遠隔制御がシステムの大きな特徴となっている。

(3) 研究目標

- (a) 掘進長 500 m
- (b) 線形（曲率半径） 200 m
- (c) 適用土質 粘性土、礫混り土、湧水あり
- (d) トンネル内径及び収容管路条数 1200 mm、40条
- (e) 坑内作業を無人化

これらの目標を達成するためには、ライニング（トンネル壁）築造、掘削、方向制御、坑内運搬の各工程の自動化・集中制御等高度の技術が必要であり、実現方式を以下のとおり設定した。

- (A) ライニング・早強性レジンモルタル材料を現場打設し、シールド機内でライニングを築造する。
- (B) 掘削・掘削全面の状況をセンサー

により監視し、地盤に対応した適切な掘削と排土を行う。

(C) 方向制御・ジャイロにより位置計測を行い、計画値と比較し最適なジャッキパターンで方向制御を行う。

(D) 坑内運搬・無軌道のトンネル坑内を自動走行する構内運搬車によりライニング材料、掘削土を搬入・排出する。

(E) 集中制御・各工程を操作卓で監視

し、コンピュータにより制御する。

(4) 実験状況

実験は、研究所内のライニング実験棟やその周辺のフィールドなどで実施した。所内試験では、110 mの掘削を行い、ライニングトンネルを実際に築造しながら各システムの動作状況を確認し、改良を加えて行った。

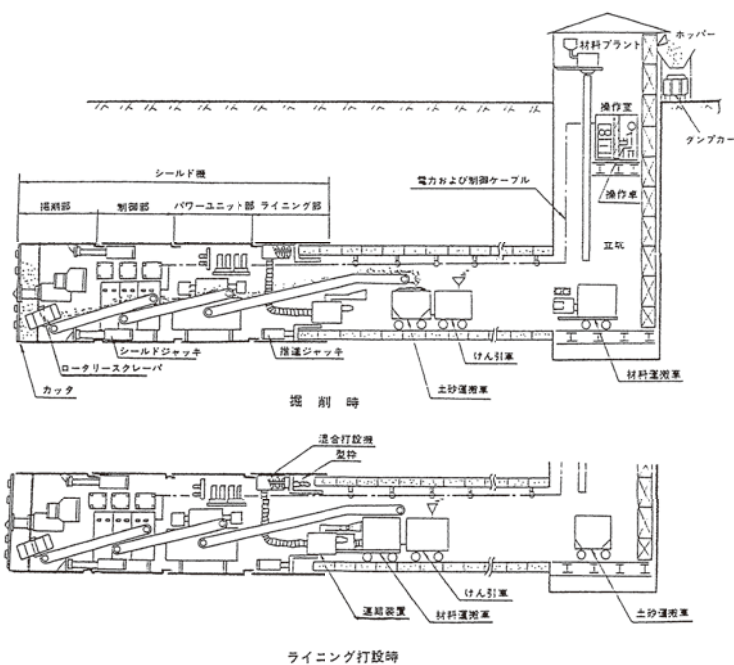


図-4.1 小断面シールド（M-2）工法システム構成



写真-4.2 立坑に設置されたシールド機掘削部



写真-4.1 ライニング実験棟及び周辺中央右には立坑が見える

- (5) 研究開発協力会社
協力は左記のように8社にのぼり、その連携、調整が重要であった。
- (a) シールド機関連、レジンモルタル混合打設機関連 三菱重工
- (b) 集中制御システム関連 住友電工(株)、フジクラ電線(株)
- (c) 材料運搬車関連 古河電工(株)、古河電池(株)
- (d) ライニング材料関連 昭和高分子(株)
- (e) 各種実験、試用・実地試験施工関連 日本通信建設(株)

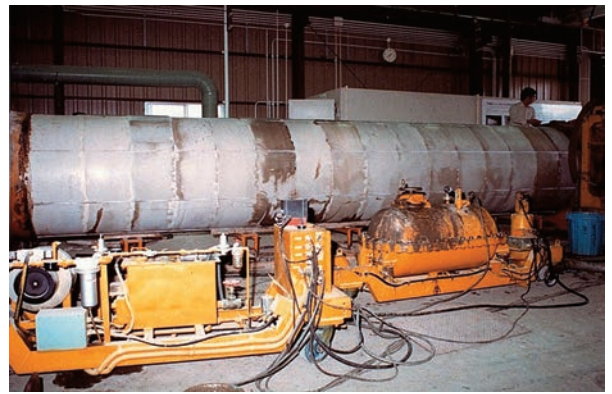


写真-4.3 実験棟で打設された早強性レジンモルタルライニング



写真-4.4 システムダウンを起こし、天井部設置の固まった混合打設機を降ろす。一度トラブルと1週間単位の日数と多大の金が吹っ飛んだ。

(6) 開発の進め方の特徴
この研究開発の最大の特徴は、土木、機械、電気、電子、制御、化学、材料等の多岐にわたる複合技術であるという事である。
この研究・開発を進めるには、多種、多様の専門技術者、多分野のメーカー、施工会社が複雑に絡みあつて困難を極めた。それらが噛み合わなければ即、システムダウンにつながった。特に早強性レジンモルタルを扱うシステムは混合打設機が固まり、或いは打設したライニングに異常を来した。
それらをメーカーや施工業者に外



写真-4.6 完成寸前の下水道用大断面シールド機



写真-4.5 製作中の小断面シールド機

注して、つまり任せて進めることはできない。何しろ未知の分野であり、判らないことばかりである。それで自らが直接手を下し、その場その場で判断し進める他ない。それは責任者である私もその一つの歯車になつて動かねば、その次の段階に進む議論にも何一つ参加できない。我々は



写真-4.7 所内試験でのシールド機発進式(右端は司会の鶴田)

度々、精神的に肉体的にも追い詰められ、それは研究従事者である我々の精神、肉体の耐久テストを行つていようなものでもあった。
シールド機を担当した三菱重工とマシンの製作状況の確認と、現物を前にしての細部打ち合わせを行うため、明石工場に向いた。
工場内の直径1.2mの小断面シールド機の近くには、直径10mの大口徑下水道用シールド機があり、その大きさの差が際立って見える。
三菱重工の説明では、「小口径であっても大口徑に劣らず、当社最重要プロジェクトとして力を入れて、開発に取り組んでいる」との説明を受ける。

(エピソード)

トラブル対策の中の気分転換

私と副リーダーのN、三菱重工の担当M氏との3人は、トラブル対策に行き詰まるのが度々あった。

その打ち合わせの中で雑談から思いも掛けず3人共、剣道の有段者であることが分かった(私は九州工大2年時に剣道4段に昇段)。

どちらからともなく、この状況を乗り切る気分転換のため、次回の打ち合わせ時に「剣道の稽古をしよう」と言うこととなった。幸い隣接した原子力研究所内に、部外者にも開放されている剣道場がある。

我々は各自剣道防具を用意し、当日を迎えた。もちろんその日は打ち合わせが主目的であるが、それを中断して18時が稽古開始の原子力研究所道場へ向かった。

我々3人共もちろん初手合わせで、まして道場の方々とも全員初顔合わせ、全く実力も何も判らないまま稽古を開始した。当時の3人は皆30歳台と若く、ストレス発散を目的で来たのであるので、激しい稽古となった。恐らく大学までかなり本格的に稽古をし、

実力を付けたと判る稽古内容であった。

その内、原研の方々もお手合わせをお願いすることとなった。私は当然礼儀として、一番上座の年配の方に真っ先に稽古をお願いした。私は最盛期のように動けないまでもまだ若く、思い切り稽古をさせていだいた。後に「チョットやり過ぎたのでは」と言われたが十分に稽古をすることが出来、満足であった。

ところが稽古後何故か、道場入口前には最高級車「プレジデント」が横着けて待っていた。

私が稽古した方は、原子力研究所の所長であった。

それから研究室に戻って、中断していた打ち合わせを再開した。

稽古で疲れてはいたが気分がスッキリし、何故かトラブル対策がうまく進んだような気がしたものである。

(7) 現場実地試験

110mの実地盤掘進の所内試験結果をもとに改良を加えたシステムを用いて、1982(昭和57)年9月から筑波の建設技術開発センターの敷地内において立坑等諸設備の建設と



写真-4.9 遠隔操作卓
自動化し、坑内に入らず汚れない作業となるため「タキシード工法」と名称変更しようかと、冗談を言い合う。

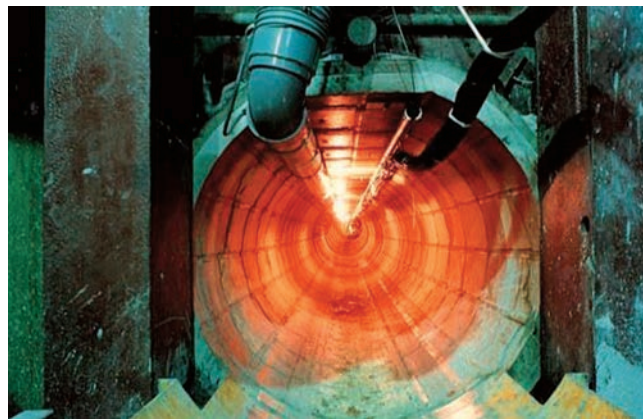


写真-4.8 完成したレジンモルタルトンネル

システム調整を進め、全長300mのPAT(現場実地試験)を実施した。その結果、現場への適用確認を行い、実用化出来る事を確認した。



写真-4.11
掘進現場(立坑)に案内。記者達も実際の動きを見て理解。下方に見えるのは、無軌道材料運搬車



写真-4.10 東京の記者クラブなどを招いて、現場試験説明会を開催(説明中の鶴田)

それで1983(昭和58)年10月、現場実地試験の模様を報道関係者に公開した。
(後編につづく)