

## 会員プロフィール物語

|   |  |   |
|---|--|---|
| テーマ   | 土木技術を易しく解説し、自分も楽しむ   |  |
| 記入年月日   | 平成 29 年 4 月 12 日   |   |
| 氏名  | 小林健郎 (こばやし たつお)  |   |
| 技術士資格 分野  | 建設 (施工計画・施工、道路)  |   |
| 他の資格  | 工学博士シールド技術に関する我が国初の博士号 (東大)  |   |
| <b>1. 自己紹介</b>  |  |   |
| 出身地   | 山梨県甲府市 昭和 15 年 1 月生まれ ( 77 歳 )   |   |
| 学歴  | 昭和 33 年 山梨県立甲府第一高等学校卒業<br>昭和 37 年 武蔵工大土木工学科卒業  |   |
| 職歴  | 昭和 37 年 前田建設工業入社：土木設計課長、土木設計次長、技術研究所長<br>平成 12 年退職<br>平成 12 年 福井県小浜市 (株) 澤田調査設計入社：技術部長<br>平成 29 年退職<br>平成 12 年 岡山市北区 (株) セピオ社入社：技術部長、現在に至る<br>(主に建設・道路技術を指導) |   |
| <b>2. 主な業績・学位</b>   |  |   |
| (1) 学位  |  |   |
| この間、東京大学より工学博士の学位を取得、博士論文名は「シールド掘進に伴う地盤変異に関する研究」で模型実験・現場計測・FEM解析等を用いて、シールド外径より算出される理論掘進量に対して実掘削量の比(「取り込み率」と称した。)、地表沈下が最小となる取り込率を砂質土地盤と粘性土地場とに分けて明らかにした所に新しい知見がある。       |  |   |
| (2) 前田建設工業での業績  |  |   |
| 前田建設工業に於いてシールド工事事故対応で全国を回る。   |  |   |
| ア. 羽田飛行場付近の鉄建公団羽田隧道シールド工事   |  |   |
| イ. 帝都交通営団の地下鉄有楽町線・日比谷掘り工区シールド工事にて7Mを超える石垣に下を斜めに掘進した防防護工を含む設計・施工   |  |   |
| その他前田建設で経験したシールド事故対策の主に掘進用の補助工法や防護工法の設計・施工で全国を回った。技術研究所で技術開発管理を実施。  |  |   |
| (3) 澤田調査設計における実績  |  |   |
| 澤田調査設計に於いて役職員の仕事へのやる気を高める目的の改善活動を実施した。これは過去に役職員が経験した失敗体験を収集して、分析の上対策を纏めて関係者全員の合意を得て質疑により一分修正もあったが、全員に結果を知らしめた。その結果は千葉県技術士会のアドバイザーとして発表した「地方コンサルタントの現状と改善活動」と題してのものであった。 |  |   |

以下その概要を記述して行くと次のようである。

#### ア. 問題点

- ・人員が、上手に組織的活動が出来ていない。
- ・目的が明確で無い為、担当者がどの様に行動したら良いのか解らない。
- ・外注の扱い・自社の方針が明確でないので担当者が困っている。
- ・会社方針がしっかりしてないので、担当としては困ることがある。

#### イ. 対策 ～ 各メンバーに対しての指示・問題点

- ・新しく「行程会議」をつくり全員参加で技術者のやり繰りをしていく。
- ・旧来はKKD（感・経験・度胸）であったが、これを改めて事実・データで目的を明確にする。
- ・全体会議で社長より外注について各事業部責任者へ方針を伝達していく。
- ・上位・下達に関しては、当分の間、小林が社長官房役を務めて解り易く伝えていく。

小林は技術士の資格を取得している為に澤田調査設計に再就職できた。

#### ウ. 実施結果と残る問題点

- ・社内では積極的に意見が出るようになって、改善活動も発生するようになり、自分で発言し実行する傾向がでてきた。
- ・各人間のコミュニケーションが良くなり兎角不具合を他責にする傾向があったが各人が自席で考える傾向が表れてきた。その際に自分御落語趣味が役立って、「面白人間」としての評価が認められたが、あまりやると本当に真面目人間か？落語で覚えたギャグ・駄洒落・ヨイショの技などは「芸は身を助ける」の諺どおりであったが、部分的には揶揄されて罪の部分も感じた。
- ・全体的に仕事の速度が上がり利益も向上する傾向がでてきて、各人が自分の意見を自分で考えるようになってきたが、福井人の奥ゆかしい所で控えめの傾向があるが、ノンポリ傾向が少なくなってきた。
- ・残るは各市町村への営業活動用のプロポーザルをする実績とその成果とを期待すべく活動中である。

### 3. 技術士の受験理由

技術士試験で既述したことは技術士の受験理由としては、大卒時に指導教授より、

- ア. 国家公務員試験を受けよ、そうすれば自分の全国レベルの力が解るから、
- イ. 技術士試験に合格せよ、そうすれば、前田を定年退職後も職を探せるとのアドバイスをいただいていた。これを踏まえ、以下の理由から技術士を受験した。
- ア. 将来コンサルタントの資格を持ちたいから
- イ. 主な工事实績として、
  - ① 羽田隧道工事の補助工法の設計・施工
  - ② 地下鉄有楽町線日比谷掘り工区の石垣下斜め横断時の石崖防護設計と施工等であった。

### 4. 趣味・信条

- (1) 趣味 墨絵・版画・探鳥・落語・植木選定・囲碁等

- (2) 信条 課題への対応結果を他責にしないこと  
 課題対応時、問題点分析・対応策の纏めを実施し関係者の合意を図ること  
 課題対応時には、率先垂範すること
- (3) 蛇足 自分が土木技術者を目指した理由は大学受験時、図書館で「佐久間ダム工事記録映画」を見て感激して、帰りに甲府市内のコンクリート舗装工事を見て興味を感じた。自分はこの方の道が妥当な職業と感じた。帰宅して両親に語った所3K問題を理由に大反対されたが、自分の意志は固く大学の土木工学科を受験するに至った。

## 5. 技術の伝承（建設コンサルタントの指導、工学博士号の論文紹介）

### 5-1. 地方コンサルタントの現状と改善活動内容

不具合内容と問題点とを整理して対策と実施様態とを纏めた。過去に役職員が体験した失敗体験を収集し、これを分析し対策を立てた内容である。過去の問題点対策との主な内容は、以下のとおり。

#### (1) 問題点

- ① 人員が、上手に組織的活動ができていない。
- ② 目的が明確でないので、担当者がどの様に行動したらよいかわからない。
- ③ 外注の扱い・自社方針が明確でなく、担当としては困ることが多い。
- ④ 会社方針・方針がしっかりしていないので各担当としては困惑することがある。

#### (2) 対策

- ① 工程会議を新設して技術者のやり繰りを円滑に行って行く。(全員出席の原則)
- ② 旧来はKKD(感・経験・度胸)の世界を改めて事実・データで目標を明確にする。
- ③ 全体会議で社長より外注について各事業部責任者へ方針を伝達していく。
- ④ 上位下達に関して当分は小林が社長官房役を務めて解り易く伝達していく。

#### (4) 実施結果を振り返って

- ① 社内では積極的意見が出る良い雰囲気が生じ、改善的提案も発生する傾向がみられた。
- ② 今までは何を行うのにも方針待ちであったが、自分で発言し実行の傾向が出た。
- ③ 各人間のコミュニケーションが良くなって兎角不具合を他責にする傾向がなくなって自責で考える傾向が表れた。
- ④ 全体的に仕事の速度が上がって利益も向上する傾向が見受けられた。
- ⑤ 各人が自分の意見をしっかりと持ち発言するのでノンポリスタイルが消えた。
- ⑥ 残る課題は、各市町村に対してプロポザルする実績であって、現在実施中であるが予算やらの思う様に行かない苦労がある。

### 5-2. シールド技術の伝承（シールド掘進に伴う地盤変位に関する研究（博士論文）

(1982年：前田建設工業株式会社技術研究所報より抜粋)

シールド工法は、ブルネルが角型シールドを発明して以来、140年の歴史があり、現在のグレードヘッドの丸型シールドも100年以上の歴史を有しているが、同工法における問題点の一つに沈下対策が挙げられる。この沈下発生機構は未だ解明されていない。

都市トンネルの主要な施工法であるシールド工法は昭和45年頃から急速に工事量が増加すると共に、技術も向上し、年々難しくなる条件を克服してきた。沖積層上に発達した都市トンネルの施工は、軟弱な地質条件への挑戦とも言い換えることができるが、特に地

盤沈下の問題は、古くて新しい問題として今後解決していかなければならない。

シールド工法が普及し始めた時代において同工法は「地盤沈下のない工法」として注目されていた。しかしながら施工実績が増加するにつれて、各所に沈下被害が連続し、その様な理想像は影を潜めてしまい、問題解決に努力されてきた。

すなわち、手掘りオープンシールドの切羽山留機構の改良、裏込め注入材の開発、ブラインドシールドの開口比、推力、土砂取込率、補助工法・防護工の組み合わせ等が研究されてきた。現在は泥水加圧式シールド、土圧シールド等のメカニカルシールドにおける改良、より効果的な裏込め注入工法の開発に取り組んでおり、地盤沈下に対応する技術は着実に進歩を遂げてきた。これらは地盤沈下に対する対象療法的な処理である。ここにシールド掘進に伴う、地盤の挙動を知る為の基本的な研究が必要とされる。

本研究の目的は、模型実験、現場計測、FEM解析等に基づき、沈下発生機構を調べ、土砂取込率（単位トンネル長当りの実掘削土量に対する理論的掘削土量比）などにより、施工内容を表現する事により、地盤沈下に対する施工法は如何にあるべきかを検討するところにある。

#### (1) シールド切羽の土質と自立性

シールド掘進に伴う地盤沈下が問題となる地質は次の様に、自立性のある地質と非自立性の地質に分類される。

| 切羽状態<br>土質 | 自立性                         | 非自立性   |
|------------|-----------------------------|--|
| 粘性土        | 土丹等、固く自立性の粘土層               | 軟弱な流動性粘土およびシルト   |
| 砂質土        | 粘土質砂層、粘土混じり砂礫等<br>粘着力のある砂質土 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水位面より上の状態でシルト粘土の「含有率が少なく、均等系数が小さい崩壊性砂</li> <li>・地下水位面以下の帯水性砂、砂礫等で構成される剥落性及び崩壊性砂質土</li> </ul> |

(備考) 粘性土：粘土の含有率が50%以上 砂質土：粘土の含有率：25%以下

#### (2) 本研究の内容

シールド掘進に伴う沈下現象は、地山形状、荷重状態、地山性状、時間の他に施工法、施工成績、地下水等との影響条件が相互に関連して発生する為とその解明は難しい。

本研究は、軟弱地盤におけるシールド掘進に伴う地盤変位の取込率等のインデックスを用いることにより、施工内容を表現し変異現象の複雑さを考慮して、模型事件、現場計測、FEM解析の三者を組み合わせ総合的に論ずるものである。

#### (3) シールドトンネルの沈下現象

シールドトンネルの沈下原因には以下の事項が考えられる。

- ① 応力解放により生ずる地盤内の空洞が原因で発生する弾性変形
- ② 弾性変形が塑性域にまで発展して発生する塑性変形
- ③ 切羽の土圧が平衡状態を失ってシールド内へ土砂を呼び込む
- ④ テールボイドにおける地山崩壊

- ⑤ 曲線部、蛇行修正に伴う予掘り、先掘り
- ⑥ 周辺地山と機械周辺の摩擦抵抗による地山の攪乱
- ⑦ 切羽からの湧水、圧気による間隙水の排除等による脱水压密
- ⑧ セグメントの変形

— 沈下原因の要素別分類 —

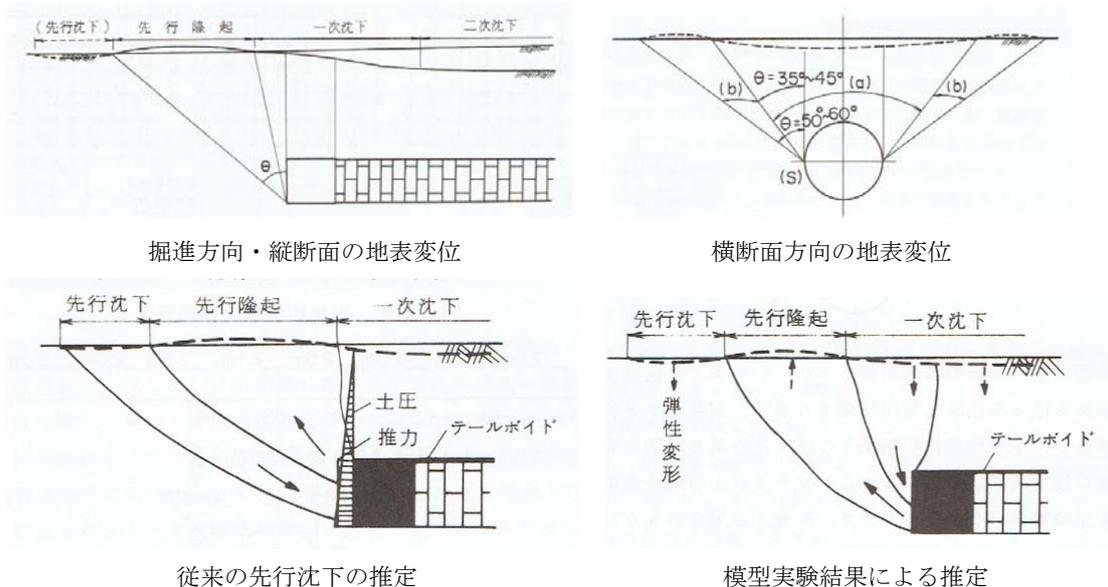
| 要素<br>原因 |          | 自然又は人為的要素 |       |    | 発生原因            |            | 時間要素        |           |           |
|----------|----------|-----------|-------|----|-----------------|------------|-------------|-----------|-----------|
|          |          | 自然        | 自然+人為 | 人為 | 切羽 又は<br>シールド付近 | シールド<br>後方 | 短期<br>(分・時) | 中期<br>(日) | 長期<br>(月) |
| ①        | 弾 性 変 形  | ○         |       |    | ○               |            | ○           |           |           |
| ②        | 塑 性 変 形  |           | ○     |    | ○               | ○          |             | ○         | ○         |
| ③        | 呼 び 込 み  |           |       | ○  | ○               |            |             | ○         | ○         |
| ④        | テールボイド   |           |       | ○  |                 | ○          |             | ○         | ○         |
| ⑤        | 予 掘 り    |           |       | ○  | ○               |            |             | ○         | ○         |
| ⑥        | 機械周辺の乱れ  |           | ○     |    | ○               |            |             | ○         | ○         |
| ⑦        | 脱 水 圧 密  |           | ○     |    | ○               | ○          |             | ○         | ○         |
| ⑧        | セグメントの変形 |           |       | ○  |                 |            |             | ○         | ○         |

(5) 沈下現象

シールド掘進に伴う縦横断方向の地表変位は下図に示す様に発生する。

地表の変位はシールドの掘進に伴って周辺地盤の隆起が沈下へと移り変わって行くのが軟弱地盤に於ける一般的な姿である。良好な施工状態では後続沈下が極めて少ない状態になり、不良な施工状態ではシールドの前方から沈下現象を生じ、最終沈下も増大する。

地表変位のメカニズムを図面により表示する。



(6) 沈下防止対策

地盤沈下を防ぐ為に各段階において実施している対策を示す。

1) シールド切羽対策

- ① オープンシールドの呼び込みを防止する山留機構

- ② ブラインドシールドの適正な開口率で取込量を管理する。
  - ③ 泥水加圧式シールドの泥水圧により弾性変位を制御する。
  - ④ 土圧シールドのチャンバー内土砂により呼び込みを抑え取込率を制御する。
- 2) シールド後方対策
- ① テールボイドを充填し地山の変形を防ぐ。
  - ② 地盤内に後追い注入（二次注入）を行い、地山強化と地山の緩みを抑える。
  - ③ セグメントの剛性を高めて変形を抑える。
  - ④ セグメント継手の漏水を抑え、地山の脱水圧密沈下を防ぐ。
- 3) 補助工法及び防護工
- ① あらかじめ、薬液注入を行い、地山を強化する。
  - ② 周辺への影響をカットする遮断対策を行う（鋼矢板、薬液注入、山留工）。
  - ③ アンダーピニング、アンカー工により構造物の安全性を確保する。

#### (7) まとめ

博士論文は51編の文献と20数ヶ所の前田建設工業（株）の現場に於ける実証データおよび模型実験による裏付けデータを基に沈下発生の機構の解析・理論付けに取組み、具体的に取り纏めたものであり、東京大学より学位（工学博士号）を授与された。ご指導を頂いた東京大学工学部土木工学科、東京大学資源開発工学科、帝都高速度交通営団、日本国有鉄道、前田建設（株）前田又兵衛、関係自治体の指導と協力を深く感謝の意を表します。

論文は250pに及んでおり、与えられたページ数では収まらない為に、論文の生命であるデータ、解析結果は割愛する。

若い土木技術者諸君には「現場の土木技術者でも工学博士の称号を取得する事が可能である」事を伝えたい。健闘を祈ります。

尚、詳細は前田建設工業株式会社の技術研究所報（VOL23-1 1982）を参照されたい。