

地盤に関わる工事事故の原因論 —事故予防工学をめざして—

小松田 精 吉*

1. はじめに

1) 工事事故の現状

- ・繰り返し、どこかで事故が発生している。

2) 事故の性格

- ・事故のほとんどが人為的である。
- ・災害、公害、事故の違いと、相互の関係。
- ・地盤の客観性と地盤動態に対する認識の違いが、事故を引き起こす根本的原因である。

3) 事故が繰り返される社会的背景

- ・事故原因の非公開
- ・事故から得られた教訓の社会的共有化が進んでいない。
- ・これらの社会的背景については、後で詳しく論じる。

4) 事故の予防は可能か

- ・技術的には、予防は可能であるという立場に立っている。
- ・しかし、事故予防のための技術的諸問題は、未解明な問題を含めて山積されている。

5) 本論のねらい

- ・事故予防工学＝事故予防のための地盤工学を目指しての問題提起である。

2. 事故が繰り返し発生する社会的背景

2-1 調査・設計・施工における契約者関係の地位の不平等性

1) 官僚主義と追従主義

- ・例えば、予知された事故に対して対策工の設計変更が出来ないから、「事故」を起こしたほうが、解決が早いという暴挙がまかり通っている。

2) コンサルタントエンジニアの企業内主義

3) 誤ったコスト主義

- ・「予算がない」を大儀名分にして対応策を行わない。「技術的未熟さ」の隠れミノにする。

2-2 事故原因の非公開

1) なぜ公開されないのか

- ・当事者の刑事責任の追及の偏重
- ・社会的責任の回避（指名停止の恐怖）

2) 結果としてどのような体質になっているか

- ・事故の真の原因が明らかにされない。（原因を隠蔽する体質）

※ アートスペース工学株式会社

- ・教訓を社会的に共有できない。
- ・同じ事故を繰り返している。

2-3 事故をどのように取り扱うべきか

- 1) 事故原因を公開し科学的に究明する
- 2) 教訓を引き出す
- 3) 事故防止の法則性を一般化する
- 4) どこかの現場でも同じ事故を繰り返さない
- 5) 技術者の果たす役割が極めて重要である

3. 工事事故例とその原因

3-1 事故原因の分類

- 1) 問題の未説明、未経験による原因
 - ・理論的にも未成熟で、未経験の場合。
 - ・一般には、不可抗力としている例が多い。(不可抗力の実態にメスを入れるべきである)
- 2) 過信、盲信、誤認、不注意、不作為による原因
 - ・理論的に明かにされているが、経験が不足している場合。
 - ・理論や設計指針を機械的に適用した場合。
- 3) 経験至上、理論軽視、無暴による原因
 - ・理論的に未成熟であるが、経験が豊富な場合。
 - ・適合性を無視して、行為を先行させる場合。

表-1 事故原因の分類

理論水準と経験量の度合い	原因の内容
1. 理論が未成熟で、経験も不足	未説明・未経験（不可抗力？）
2. 理論はあるが、経験が不足	過信・盲信・誤認・不注意・不作為
3. 理論は未成熟であるが、経験が豊富	経験至上・理論軽視・無暴

3-2 事例から見た事故の原因

1) 掘削底盤の水圧による破壊

- ・「設計基準」よって設計されており、何ら問題がない。しかし、底盤が破壊して、多量の湧水に見舞われた事例。
- ・未説明の問題であるが、マニュアルを過信、または盲信し、機械的に適用したために生じた事故。

- 2) 硬い粘土層の矢板引き抜き孔内に侵入した河川水の水圧による地盤破壊
 - ・河川をZ矢板で仮締め切りし、内側に鋼管矢板を打設した後、Z矢板を引き抜き地下掘削した。Z矢板の先端部に当たるN値15～20の硬い粘性土を掘削したところ、粘性土が破壊して、地下掘削したすべての部分が浸水した事例。
 - ・経験不足と不注意から生じた事故例。
- 3) デイブウエルによる水位低下工法で、洪積粘土層を沈下させた事例
 - ・横浜地区の洪積粘土が、地下掘削した部分を中心に約300m離れたところで50mm沈下し、沈下の影響は、約1KMに及んだ。
 - ・誤認による事故例。
- 4) 廃坑の跡地に約30年前に造成した宅地が陥没した事例
 - ・造成する前の表流水をためた溜め池を含めて、切り盛土し宅地としたが、部分的に4か所陥没したため、住民から苦情が出た。
 - ・無知、無暴による事故例。
- 5) 軟弱地盤上に盛土造成し、表層部1mをセメント系で改良した地盤の不同沈下による家屋の被害事故例
 - ・過信、不注意による事故例。
- 6) 35m地下の泥水シールドのセグメントの変形による路面陥没事故例
 - ・裏込め注入中にセグメントの上部が開口し、地下水と共に土砂が流入し、路面が陥没した。
 - ・理論の無視、不適合な行為による事故例。
- 7) 建築地下工事と立坑掘削工事が相互に干渉して起きた事故例
 - ・結果論としては、工事の周辺環境を調査しなかったために起きた事故。
 - ・地中の空気流動のメカニズムをよく認識していなかった。

4. 工事の安全性に対する認識過程

4-1 客観的存在と認識

1) 客観的認識とは何か

- ・自然界を初め物質のすべては、人間の意識から独立して存在する。
- ・物質の性質は、常に変化している。
- ・素因と誘因は相互に関係しながら、物質の性質を変化発展させている。
- ・自然地盤の存在、地下工事という人為的働きかけは、客観的物質の存在であり変化する。
- ・この変化する性質を、正しく認識しないと（予測しないと）事故につながる。

2) 客観的存在を認識することが出来るか

- ・哲学でいう不可知論の誤り。
- ・土は「複雑で千差万別である」ことと、土の性質を認識することが出来ないこととは、別問題である。

4-2 安全に対する意志決定までの過程

表-2を参照

表-2 工事の安定性の意志決定過程

過程	自然地盤	条件変化	人為的改変	地盤の挙動
対象地盤の性質、変化と挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・地層構成 ・土質力学的、化学的諸性質 ・地下水の存在 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震による地盤の振る舞い ・風化、軟化 ・水位変動 ・崩壊、再堆積 	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土、切土 ・地下掘削 ・埋め立て ・揚水排水 ・地盤改良 	<ul style="list-style-type: none"> ・破壊問題 ・変形問題 ・環境問題
認識するための行為	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤調査 ・地下水調査 ・各種観測 ・各種試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・踏査 ・環境調査 ・長期観測 	<ul style="list-style-type: none"> ・現象の計測 ・効果の判定 ・シミュレーション解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・先行対策 ・応急対策 ・設計の再検討
認識	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤の基本的性質の把握 ・地層構成 ・地下水の様体 ・力学的性質の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期値の確認 ・変動の法則性 ・将来予測 ・問題点の整理 	<ul style="list-style-type: none"> ・挙動の予知 破壊 変位 透水性 	<ul style="list-style-type: none"> ・意志の決定

4-3 認識過程での地盤調査の性格と役割

1) 自然地盤をどのように見るか

- ・自然地盤は、人間の主観や好みで変えることのできない客観的な存在である。(客観的存在の唯一性)
- ・自然地盤は、複雑な歴史的過程を経て形成したものであり、常に変化する。(生成発展)
- ・自然地盤の堆積過程や堆積環境(地質学的)と、その地盤(地層)の物理的力学的性質(土質力学的)とは、相互に関係し合っている。(相互依存性)
- ・自然地盤の状態や性質をそのものとして色々な手段によって、限りなく正しく把握することが可能である。(相対的真理の認識)

2) 調査の限界範囲

- ・調査しなければ分からない問題と、調査しても分からない問題とがある。
- ・これ以下の数量で調査しても正しい結果が得られないが、これ以上の数量で調査しても精度を向上させることが出来ない、という調査の限界範囲がある。
- ・しかし、調査結果の精度を高めるには、ある程度の量を必要とする。(統計的処理)

- ・調査結果が正しいかどうかは、別の方法で調査した結果で相互にチェックして確かめる。

3) 調査の段階性

- ・調査は、段階的に行う必要がある。
- ・調査には、2種類の段階性がある。計画から維持管理までの過程に即した段階性と、予備調査から精密調査に至る調査独自の段階性。

4) データの解析とその結果

- ・ [間違ったデータ] * [間違った方法] = 間違った結果
- ・ [間違ったデータ] * [正しい方法] = 間違った結果
- ・ [正しいデータ] * [間違った方法] = 間違った結果
- ・ [正しいデータ] * [正しい方法] = 正しい結果

4-4 調査結果の判定と利用事例

1) 間違った地層断面図を作成する原因

- ・調査計画の段階での原因-数量の不足/調査しないで推定する
- ・ボーリング調査の段階での原因-試料の見間違い/単純ミス/手抜きしてデータを作る
- ・断面図作成の段階での原因-解釈の違い/データの見間違い/地質学的知識の不足/無知

2) 砂れきの強度定数 (ϕ)

- ・Archeiの法則と最上理論の結合

3) 礫を含む崖錐の強度定数 (ϕ, c)

- ・孔内水平載荷試験の降伏応力と細粒分含有率による強度負担率との結合

4) 砂層のN値と土質定数

- ・間隙比/飽和单位体積重量/内部摩擦角

4-5 事故をいかに予測するか

1) 地盤工学的問題の解明に必要な条件

- ・土質力学の理論
- ・地質学的知識
- ・正しい調査データと解析手法
- ・豊かな経験
- ・経済性と環境に対するバランス
- ・社会性と市民感覚
- ・総合判断力

2) Lumbe の情報化施工の考え方

- ・A法: 事前に、調査や試験データで地盤の挙動を予測する
- ・B法: 工事過程の計測データで地盤の挙動を予測する。
- ・C法: 事故が発生した後で地盤の挙動を「予測」する。

3) 調査しても分からない問題の解明における方法論

- ・推理と想像
- ・複雑な要素と単純モデルの関係-不確定要素を多く取り入れた計算よりも、確実な少ない要素で単純な計算で予測したほうが、より正しい結果が得られる。

- ・理論と経験の関係－経験則は、理論に先行する。しかし、経験則は単に現象と現象との結合ではない。
- ・仮定と実証の関係－事を実証することと、実証主義とは異なる。（実証主義の誤り）・仮定条件のもとで問題を説明することは、間違いではない。問題の説明に必要な仮定は、幾何学での「補助線」の役割を果たす。

〔測定結果〕－〔仮定〕－〔現象の解釈〕－〔反証〕－〔適用〕－〔普遍化〕

5. 結論－事故予防工学を目指して、今、何が必要か－

- 1) 体質化している工事故原因の社会的要因を克服するための運動が必要。
- 2) 科学と技術における正しい認識論の確立が必要。
- 3) 事故の事例を集積し、その原因を解明、分析、総合する作業を集団的に行う組織が必要。

－最後に－杉田玄白の言葉から

- ・医学を勉強するものは、この身体の構造、原理を知ることが第一とし、これを習得した後、治療の方法を理解するのだと悟った。
- ・いつも身体の中の、ここは何の脈、何の神経があり、あそこの骨の形はこのようだ、ここの筋肉はどうなっているか、という事などを詳しく知らなければ、切り傷、骨折、脱臼等も治せぬものではない。
- ・思うに、中国の医者は、孫子の兵法を知らない軍師のようなもので、ただ合戦の場数になれているから、よく戦い、その功績によって立身出世した將軍のようなもので、戦闘はうまいが、戦いの原理に疎いので、勝ことはあっても、いつもあぶなかしい勝ち方だ。
- ・例え医学の原理をつまびやかに究めても治療は出来るものではない。医学の原理を知って治療が出来ると思うのは大きな間違いである。それは、「書をもって馬を御す」の喩えと同じだ。病人を多く取り扱ったそのうえで、なお、骨を折って治療をし、和漢の差別なく、過去の秀れた人の著書をよく読み、こういうときは下し、こういうときには吐かして効果を得て、患者に対して数多く応用しているうちに、自然に医学の原理と経験とが一致して、心に徹底する事が出来る。

(以上)