

テルツァーギ記念講演

Terzaghi Oration, by Frans B. J. Barends, Chairman Scientific Council GeoDelft,
Professor of TUDelft, the Netherlands

張 鋒 (ちょう ほう)

名古屋工業大学教授

1. はじめに

今回のテルツァーギ記念講演はオランダデルフト工科大学の Frans B. J. Barends 教授により行われました。筆者は7年前 GeoDelft に訪ねた時に先生が病氣から回復したばかりで元気がなさそうでしたが、今回の講演では元気かつはっきりした声で講演され、よく聞こえました。内容は哲学の議論展開が多く、理解に苦しみましたが、いろいろな方(講演本人も含め)教えていただき、何とか理解できました。講演の内容は以下のとおりです：

- 歴史的ベンチマーク
- 土質力学の特徴
- 知識とコミュニケーション
- 発展のシナリオ
- チャレンジとチャンス

これらの議題について筆者が理解している範囲で簡単に紹介します。

2. 歴史的ベンチマーク

7000年前、700年前、70年前の三つの例が挙げられました。7000年前の旧石器時代に掘られた深さ15 mの木製の水井戸がドイツで発見されました。当初の状況、すなわち鋸や車輪が無かった時代から見ると、かなりの地盤工学技術であることが言えます。700年前にはヨーロッパが異常な暑さと干ばつに見舞われました。大変な時期でしたが、人間は過去の災害をすぐ忘れがちです。現在の地球は環境破壊によりおかしくなっていますが、これは我々に‘過去を忘れるな！’という警鐘を鳴らしています。ほぼ70年前の1936年にテルツァーギが初めて圧密理論の間隙と有効応力の概念を提案し、土質力学をサイエンスに進化させ、近代土質力学の基礎を築きました。

3. 土質力学の特徴

地盤工学は土質力学、岩盤力学、地質学および土木工学の設計・建設に関わるさまざまな学問を総合した応用工学です。地盤工学技術者は土木工学プロジェクトの中でもっとも重要な役割を果たしています。なぜなら、人間の生活基盤は地盤の上あるいは地盤の中にあります。しかし、土の性質は複雑で、不確実性が高いため、その扱いがほとんど経験式に頼らざるを得ません。現在の技術レベルではこの不確実性をカバーするために50%の

安全率を上乗せしなければなりません。土に関わるどんなプロジェクトにおいても、地盤災害が起きる危険性は常に存在します。それは土の不確実性によるもので、土質力学専門家のミスによるものではありません。

我々は過去のことからいろんなことを学びました。いい経験もあれば悪い経験もあります。1918年9月13日にオランダの Weesp で発生した鉄道事故はオランダ土質力学が始まるきっかけとなりました。この事故は軟弱地盤に作られた盛土の崩壊によるもので41人が亡くなりました。

自然の不確実性、予測できない突発要因でわれわれが予測できないものが常に存在します。また、個々の独立現象を単に線形的に重ね合わせることによって複雑な問題を解こうとする考え方は疑問が残っています。一方、地盤材料定数の間違った設定、影響範囲の過小評価、予測せぬ極端ケースの検討漏れのような工学的判断のミスも無視できません。

事故により技術者は賢くなり、経験も豊富になりますが、同様の問題をすべて解決するとは限りません。また、時間とともに知識の薄れと事故に対する警戒心の喪失の危険性が常に存在することから、従来の知識の活用と新しい知識の創出が重要となります。

4. 知識とコミュニケーション

知識は人間の敵対心、怠慢さ、腐敗、無知に打ち勝つ最適手段です。表—1に知識の形態と見方を示します。ここの‘veni, vidi, vici’は古代ローマの将軍・政治家・歴史家シーザー・カエサル(Julius Caesar)が紀元前47年の戦勝を友人に報告した言葉で、ラテン語‘I came, I saw, I conquered’を意味します。

知識の獲得においてもっとも重要な手段の一つは言語、すなわち、コミュニケーションです。土質力学が直面する困難な課題は土の不確実性です。しかし社会はいつまでもこのような不確実性を容認することはないでしょう。

5. 発展のシナリオ

図—1に知識発展のシナリオを示します。現在地盤工学の状況はまさしくこの過程の中の不安定期にありま。安定した進歩を遂げるのに努力が必要です。図—2に種々の革新サイクルおよびその相互関係を示します。ユーロに限らず世界に共通だと思います。

図—3に示した技術革新サイクル(A)においては、

Special Lectures

表一 知識の形態と見方 (Hendriks, 1999)

知識		見方		
		特徴	外観	感覚
モデル	1	事実	データ	参加した(Veni)
	2	経験	意味	見た(Vidi)
	3	知恵	評価	勝った(Vici)

in vitro (lab tests) : 室内試験 ; in vivo (field tests) : 原位試験 ; in silico (numerical predictions) : 数値予測 ; in spiritu (human brain) : 人間知能の四つの要素が含まれています。特に人間知能においてはさらに、知恵を蓄える Vbase, 経験を蓄える Ebase およびデータを蓄える Dbase に細分化されます。この中に Vbase は知識の発展に対して最も重要なファクターになっています。

一方、社会発展サイクル (B) においては経済 (survival or economy), 文化 (culture) および自然環境 (nature or environment) の三つの要素が含まれますが、技術とあまり関係していないと思われがちです。しかし、科学技術が社会の発展に非常に重要な役割を果たしていることはだれも否定できません。

未来社会の発展には知識の評価、コミュニケーション、科学と技術の統合、新しい領域の開拓、ネットワーキング、はっきりした未来像、実行可能な戦略的実施計画が求められます。

6. チャレンジとチャンス

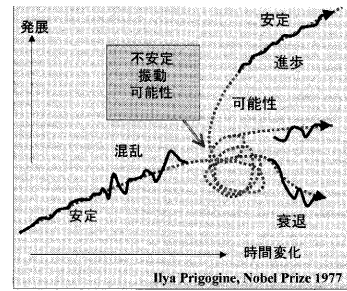
未来に向けてのチャレンジとチャンスとして以下の五つの項目が挙げられます：

- Micro-mechanics (微視的力学)
- SmartSoils (人工土)
- Collectiveness (知識集積)
- GeoBrain (エキスパートシステム I)
- GeoQuest (エキスパートシステム II)

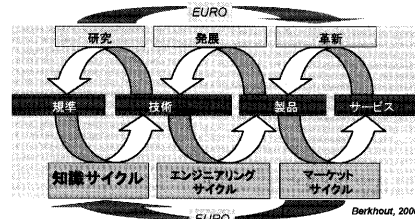
土の微視的構造、物理・化学的作用が巨視的挙動にどのような影響を与えるかについてはまだたくさん問題が残っています。バイオおよび化学的技術の導入が必要と思われます。

テルツァーギは‘残念ながら土は自然のもので、人間が作ったものではないから複雑だ’と言いましたが、現在の技術では土を人工的に作ることができ、様々の現場でこの人工土が応用されています (例えば SmartSoils®)。

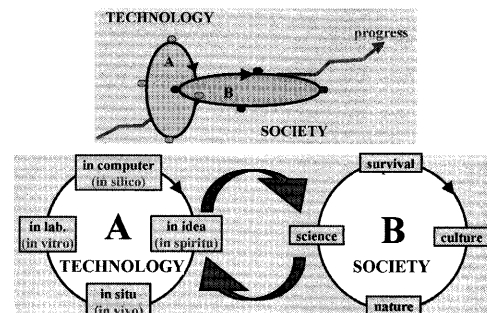
知識の集積も重要です。チャレンジの一つとして幾つかの考え方を選択し、知識を集積することにより、合理的な技術を見出せることが挙げられます (GeoBrain)。このような技術を必要とする理由は地盤工学に関わる設計・建設がますます複雑になり、いろいろな専門家の知恵を含んだ解決方法を迅速かつ分かりやすい形で見つけ出す必要があるからです。



図一 知識発展のシナリオ



図二 種々の革新サイクルおよびその相互関係



図三 技術発展サイクルと社会発展サイクルの相互関係

問題を解決することは重要ですが、もっと重要なのは問題を提起することです。GeoQuest を知識のエンジンに例えると、問題を提起することがこのエンジンの燃料になり、地盤工学の諸問題を解決する原動力になっています。

最後に、講演者は下記の言葉で講演を結論付けました：「地盤工学において総じて経験式を用いることはほとんどですが、これはかえって我々にいろんなチャレンジとチャンスを与えてくれています。蜘蛛が我々にいい例を示してくれました。彼らは自重と風を利用して、伝説的かつ信じられないほどの匠で、無駄なくギャップと崖縁を行き来してネットワークを築き上げています。我々はほかの専門分野、外部の世界とのネットワークを築き上げるべきです。」

講演を聴いて、ある程度わかったような気がしますが、哲学的一般論がほとんどで、Doctor of Philosophy の我々にとっては基本の基本で、ここであえて強調するのはやはり大事なことののでしょうか…。

(原稿受理 2005.10.31)