

1. 一般 2. 調査・分類 リモートセンシング 他

総 括

基礎地盤コンサルタンツ㈱ 阪上 最一

1. 報 告

本報告は、「一般」のセッション10編と、「調査・分類」の4セッション37編の合計47編の発表に関したものである。発表論文の内容を表一1に示す。

(1) 一般

内容が多岐にわたっており、様々な工法、構造物を対象とした性能設計・信頼性設計の試みがなされている。

(2) 調査・分類／リモートセンシング他

リモートセンシング他では、リモートセンシング・画像処理、地盤調査法・物理探査、地質に関して発表された。使用された手法は、赤外線画像、国土地理院数値標高、高解像度写真、写真画像、弾性波と電気比抵抗、各種比抵抗探査、携帯赤外線スペクトロメータなど多岐にわたっている。そして、解像精度や解析結果の解釈や活用方法について議論された。

(3) 調査・分類／物理探査

地盤調査法・物理探査についての発表があった。電気探査、地震探査、磁気探査、地中レーダー、超音波探査、常時微動計測、表面波探査、水底表面探査の各種の物理探査手法に対して、適用対象や適用限界あるいは計測データの判読等、調査手法としての性能に関する内容を中心として質疑が行われた。

(4) 調査・分類／モニタリング

盛土、干潟、トンネル、堤防を対象に新たな計測手法、監視手法の開発、適用に関するもので防災機能の有効性の向上、新しいモニタリング手法の適用、モニタリング精度向上、次ステップへの反映方法などが発表された。モニタリング結果の設計への反映方法、計測装置の使用環境の制約有無、可能計測範囲等などが討論され、今後の研究の方向性が議論された。

(5) 調査・分類／地下空間建設

地下空間建設に関して、仮想の大深度地下工事における計測業務のあるべき実施体制についての提言と、計測・モニタリングに関して、土圧計、間隙水圧計、杭の応力計測、ユニバーサル変位計、多段式傾斜計、三次元測量、長尺先進ボーリングによる前方調査などの計測器、計測事例を主とした発表がなされた。

2. 研究ならびに技術動向

(1) 一般

従来の設計方法より合理的で信頼性の高い設計へのアプローチが求められ、設計方法が変化している。

(2) 調査・分類／リモートセンシング他

リモートセンシングや各種画像の非破壊情報を高解像度で直接利用する方法と、なんらかの分析をして推定情報を得る二つの手法がある。分析手法には、線形解析、

表一1 研究内容の分類

項 目		発表 件数	内 容
一 般	地盤改良、補強土の設計	5	アフリカでの道路設計 (1), SCP 杭の応力分担率 (7), SCP 工法の改良効果 (8), 法面保護工法の検証実験 (9), リサイクル材の有効利用 (10)
	信頼性設計へのアプローチ	4	小規模建築基礎設計 (2), 地盤調査数量と設計の信頼性 (3), 深層混合処理工法の信頼性設計 (4, 5)
	施工の安全性	1	移動式クレーンの安定化 (6)
調査・分類／リモートセンシング他	リモートセンシング・画像処理	5	地上リモートセンシングによる岩斜面の安定性評価 (37), 土地利用の変化に基づく微地形分類 (38), 自己組織化マップによる熱赤外線画像処理 (39), 崖崩落危険度評価のための崖形状と力学特性のデータベース化 (40), 写真画像粒度解析手法の適用 (43)
	地盤調査法・物理探査	4	多面体透明ケーシング掘進内壁画像撮影による地盤評価 (41), 弾性波速度と比抵抗の変換解析による軟岩地山評価 (42), 赤外線スペクトロメータの地盤調査への適用 (44), 各種比抵抗探査データを用いた透水係数分布の推定 (1319)
	地質	1	四国における熱水変質に起因する地盤工学的諸問題 (45)
調査・分類／物理探査	地盤調査法・物理探査	10	電気探査および地震探査のジョイントによる地盤評価 (46), 地中レーダーの城郭石垣背面調査への適用 (47), 河川堤防構造を対象とした比抵抗値と土質特性の関係 (48), 新しい磁気センサーによる磁気探査法 (49), 超音波探査による海底泥分布調査 (50), 常時微動観測による堤防構造の振動特性 (51), 常時微動計測による地盤改良効果の把握 (52), 地震探査による地盤改良効果の評価 (53), 水底表面波探査による原位置試験 (54), 表面波探査によるため池堤体調査 (55)
	計測・モニタリング	7	盛土における列車通過時の地盤振動発生機構に関する現地計測 (56), 人口干潟造成後における地盤高、覆砂厚のモニタリング (58, 59), 導電塗料を用いたひび割れ検知システム (60), 光ファイバセンシングによる変位計の開発 (61), 比抵抗による盛土のすべり破壊のモニタリング (62), 河川堤防モニタリングシステムに関する考察 (63)
	その他	1	人口干潟造成に伴う浚渫土粘土強制置換法による中仕切堤の築造 (57)
調査・分類／地下空間建設	地下空間建設	4	仮想の大深度地下鉄建設プロジェクトにおける計測業務の実施体制 (64), 大深度地下空間での土木計測技術の課題と対策 (その1, その2) (65, 66), 既設構造物アンダーピニング時に地盤改良体と仮受杭に発生する応力計測 (67)

項 目	発表 件数	内 容
調査・分類 地下空間建設	5	ユニバーサル変位計の計測結果に基づく併設シールドトンネルの解析 (68)、高水圧下におけるトンネル先進ボーリング施工実績 (69)、光ファイバセンサを用いた多段式傾斜計の開発と地盤変形計測 (70, 71)、3D スキャナーによる調査・計測 (72)

重回帰分析, SOM, 逆解析, クリギングなどの手法が用いられており, 推定情報が様々な物理量を得るため活用されている。

(3) 調査・分類／物理探査

物理探査の手法は, 「高精度化」と「簡便化」の二つが大きな柱となっている。3次元化を含む高精度な調査手法の確立に向けた技術の進歩と, 調査予算の観点から, 簡便な手法の適用や開発も行われている。例えば, 表面波探査は, 従来の屈折法に比べると簡便で, 環境への影響も少なく, N 値との対応性から設計への反映が容易であることから, 地下数10 m 程度の調査で多用されている。また, 常時微動計測や超音波探査, 地中レーダーなどの簡易な手法の適用が進んでいる。

(4) 調査・分類／モニタリング

モニタリングは, 地形形状, 地盤挙動の把握, 構造物挙動の把握を目的とし, 新たな計測方法の開発および適用, 光ファイバーによる構造物変状把握, 計測データの無線伝送, 計測器への新材料, 他分野技術の適用などが最近の動向である。さらに, 防災計画, その対策のための状況把握を目的とした監視手法として光ファイバーや衛星系ネットワークの構築がある。そして, モニタリング結果は, 分かりやすい情報提供のため, 定量基準の作成, 情報伝達速度向上ソフトの作成, 予測解析手法との組み合わせで行われている。

(5) 調査・分類／地下空間建設

地下空間建設は, より大深度化, 長距離化, 長期化すると予想されることから, 機能や信頼性がより高いセンサーや現場計測が必要とされている。また, 従来の工事のような離散したデータ管理, 保管方法を改め, データの蓄積とそれらの設計・施工へのフィードバックを可能とするものが求められている。

3. 現状での問題点

(1) 一般

新たな設計法は, 今後統一された考え方を確立する必要がある。また, 「地盤改良」や「補強土」は, 設計手法のみならず, それらの品質管理法の確立も望まれる。

(2) 調査・分類／リモートセンシング他

今後, リモートセンシングや画像自身のさらなる精度の向上が望まれる。また, リモートセンシングや各種画像などの非破壊情報から得られた推定情報が, 十分な精度であるかどうかの検討が必要と思われる。

(3) 調査・分類／物理探査

各種探査手法の課題は, 測定値と推定される物理量・物性値との対応と思われる。

(4) 調査・分類／モニタリング

ハード面では長期間の計測や測定精度の確保に向けて, 計測機器の精度や耐久性の向上が必要である。そのために, 従来技術の評価や異分野技術の適用可能性の検討が必要である。また, 防災機能の観点から, ネットワークの活用やメディアの活用, 連携などが課題と考えられる。

(5) 調査・分類／地下空間建設

大都市での大深度地下は避けられないが, 大深度化すると, 地表面付近よりも地盤, 地下水および環境が複雑化し, かつ高圧下での施工を伴うため, 浅, 中深度工事と比較して, より綿密で合理的な調査, 計測が必要となる。

4. 将来への展望

(1) 一般

我が国の先端的な研究分野であり, 国際貢献へつながるものと考えられる。今後積極的に取り組むべき必要性がある。

(2) 調査・分類／リモートセンシング他

リモートセンシングは, 物理的に非接触で対象物を調べたり測ったりすることで, 写真, 航空写真, 衛星画像を活用する技術がさらに進歩することにより, 今後, 広域, 陸域, 水域の様々な分野で活用が拡大することが期待される。

(3) 調査・分類／物理探査

構造物の健全性評価を目的とし, N 値, 力学定数や水理定数と対応する探査手法の発展が期待される。また, 探査手法やセンサーの開発・改良のハード面だけでなく, 探査結果判読の簡易化・一般化, 信頼度の評価方法など, ソフト面での発展も期待したい。

(4) 調査・分類／モニタリング

使用機器の耐久性向上, 測定の信頼性向上, 長期間測定のための計測器の取替えの対策, 計測ケーブル伝送無線化, 計測器のメンテナンスフリー化と, ソフト面から計測中のイベント計測が可能なシステムなどが考えられる。また, 防災機能の向上のため, 各種ネットワーク構築に向けて, 行政機関との積極的な連携が必要になると考えられる。

(5) 調査・分類／地下空間建設

地下空間建設の設計・施工を支障無く実施するために, 十分な事前調査や施工中の調査および計測が必要であるが, 不確実性があるため, 施工中のリスク管理評価をフィードバックすることが重要である。取得した調査計測データをデータベース化し, 一元管理のもとで, 情報を共有する体制の構築が望まれる。

謝辞: 末筆ながら, 本稿作成にあたり, 多大なご協力をいただいた, 金子治 (戸田建設), 本多真 (清水建設), 佐藤亘 (東京電力), 奥野正富 (NTT インフラネット) の各氏に感謝の意を表します。