

## 地下空間建設における調査・計測のデータ活用方法と技術開発課題

管理, 現場計測

NTT インフラネット(株) 正会員 奥野 正富  
財団法人 地域地盤環境研究所 正会員 橋本 正  
東京都 正会員 佐々木 俊平

## 1. はじめに

社会基盤整備は、これまで主に地表面付近の空間を活用して行われてきたが、都市部における集中的な社会基盤整備により、都市施設の整備空間は過密状況にあり、新たな基盤整備を実施する上で、建設施工空間を確保することは非常に困難となっている。その結果、地下空間建設は更に深度化し、その利用、開発に大きな期待が寄せられている。

地下空間が深度化した場合、地表面付近よりも地盤、地下水および環境などの条件が複雑化し、かつ高圧下での施工を伴うため、より綿密で合理的な調査、計測が必要となる。さらに、設計、施工計画の不確実性などのリスクを補うことを目的として 施工中の現場計測とそのフィードバックシステムは、リスクコントロールの上で非常に有効となる。

このように、調査、計測技術は、施工時および完成構造物の安定性や設計の不確実性に伴う過大評価や過小評価をカバーし、不必要な工費の削減などにも寄与でき、地下空間建設工事を安全かつ合理的に実施するための重要な技術と位置づけられている。しかし、現状では以下のような問題点が顕在化している。

1) 調査, 建設段階から維持管理までの継続的なモニタリングおよびそれらのデータの蓄積ができていない

2) 設計, 施工, 維持管理へフィードバックできるデータベースと各事業者間での共有化が図れていない

本報告では、これらの問題点に対する対応策について検討を行い、地下空間建設における継続性のある調査、計測システムの構築およびその活用方法、技術開発課題等についての提言を行うものである。

## 2. 活用方法の提言

調査・計測の継続的なモニタリングとそれらのデータの蓄積と活用を図るにあたり、具体的に以下の3つの活用方法について提言する。

調査, 設計, 建設から維持管理まで一貫した継続的なモニタリング

現状においては、建設と保守に二分された形で調査、計測が行われており、その継続性、効率性の面で合理的であるとは言い難い面がある。今後は、ライフサイクルコストを十分考慮し、調査・計測工事の発注時から継続性を考慮し、設備管理部門への引継条件として調査・計測を位置づけることや、保全業務としての調査・計測を区分して発注するなどの対策を計画段階よりとっておくことが有効と考えられる。また、施工中の計測機器は供用後に維持管理計測機器として引継ぎするには、長期にわたって健全な計器性能、設置方法、ケーブル処理方法などが要求され、計測装置のメンテナンスおよび取替え方法、データの健全性調査法、計測システムの運用方法などを含めて多くの技術的課題を有しており、今後の技術開発が特に期待される。

測定データのデータベース化

測定、収集されたデータについては、その項目や内容、仕様等が現場個々に異なり、統一することが難しいのが現状である。各々の現場において、設計・施工、管理条件などが異なり、必要とするデータも異なるのは当然である。データベース化を図るにあたっては、計測されたデータを同じフォーマット、同じ記録媒体を用いて、整理しやすい形式で収集蓄積することがデータベースを構築するうえで重要となる。

従来、現場で収集された貴重な多くの測定データのほとんどは、その工事のみを対象としているのがほとんどで、その現場のみで活用するにとどまっている場合が多い。設計・施工・維持管理を合理的に実施するためには、現場で測定されたデータを幅広く収集し、データベース化することが重要となる。

また、測定データは、当該の事業者のみが活用するだけではその効果を最大限に活用することにはならない。それらのデータを事業者間の枠を超え、産・官・学が協力して計測データの規格化を図り、データベースシステムの構築が容易となる体制を整える必要がある。その体制(案)としては、自治体等の各組織間での受委託方式、第三セクター方式、民間委託方式などが考えられる。

事業者間においてデータが共有化され活用されている事例として、ボーリング調査データのデータベースがある。これは、首都圏、中部圏、近畿圏の三大都市圏などにおいて実施されており、ボーリング柱状図、N値等の土質試験結果が収録されている。これらのデータベースは、基本的にオープンにされており、そのデータを活用した計画や設計・施工、新技術の研究開発に有効利用されている。このように事業者間の枠を超えたデータベースを構築することの効果は大きく、類似条件でのプロジェクトを計画する場合、過去の施工実績として安全かつ合理的な設計施工・維持管理への反映が可能となる。

### 測定データの評価・分析とフィードバック

データベース化されたデータは、データの分析、評価を行い、調査、設計、建設、維持管理へフィードバックすることにより、構造物の合理的な設計、コスト縮減に多大な貢献をするものとなる。これらを総合的に実施する体制としては、学識経験者等による協議会方式、研究機関への委託方式、情報公開による一般参加型の協議会方式などが考えられ、従来の枠組みを超えた柔軟な対応が要求される。

### 3. 調査・計測に関する技術開発課題

調査・計測に関する技術開発は、その内容が多岐にわたること、相互に関連している分野が多いことなどから課題すべてにわたって総合的な開発が推進されるべきである。このため、開発にあたっては、産官学による組織化、システム作りが必要であり、パイロット事業等を起案して技術の実証施工を進めること等の施策を実施することが求められる。以下に、今後必要と考えられる地下空間建設に関わる必要な技術開発課題を示す。

#### 1) 地盤調査技術

- ・切羽からの調査（コントロールボーリング、切羽前方物理探査）
- ・地盤の可視化（モニタージュ化技術）
- ・施工機械制御データの利用（立坑掘削制御、シールド掘進データ）

#### 2) 計測技術

- ・施工機械自動制御技術の改良、開発（自動掘進、ロボット化、検知システム）
- ・情報化施工技術の改良、開発（逆解析、計測データの施工へのフィードバック、リスク管理システム）
- ・高水圧、大深度に対応した計測技術（高圧力対応センサ、高水圧対応ケーブル）
- ・長距離データ伝送システム（光ファイバや無線、IT技術）
- ・シールドの計測（長距離水平ボーリングによる計測、施工時荷重に伴う挙動計測と解析）

#### 3) 環境計測技術

- ・広域かつ多様な計測データ転送システムの開発（ワイヤレスデータ伝送）

#### 4) 長期計測技術

- ・長期対応計測技術（リプレース・チェック機能付センサ、光ファイバセンサ）
- ・施工前、施工中、施工後の継続モニタリング（受発注システムの見直し、連携システムの構築）

#### 5) データベース構築と利用システム

- ・地盤調査技術（地盤データの収集、蓄積利用システム）
- ・計測技術（計測データの蓄積とその設計、施工技術へのフィードバックシステム）

### 4. まとめ

今後の地下空間建設において、調査・計測のデータ活用体制を整備し、その利用を促進することは極めて重要である。地盤や施工の測定データが合理的に管理されていない現状においては、土圧や水圧などの設計外力が適切に評価されているとは言い難く、検討の予知が多分に残されている。蓄積されたデータの共有化は、誰でも使えることによって、設計値と実測値の比較分析結果など多くの二次的、三次的なデータの蓄積を生み出す。こういったデータを設計へフィードバックすることにより、地下構造物の合理的な設計、ひいてはコスト縮減に多大な貢献をするものと考えられる。これらの活用体制は、産官学の分担と連携による我が国の統一的な枠組みのもとに整備を進めることが肝要である。図 1 には、産官学の役割分担と連携イメージを示す。特に、工事事例やデータの収集蓄積とその活用方法および継続性のあるモニタリング体制の整備などが急務と考えられる。

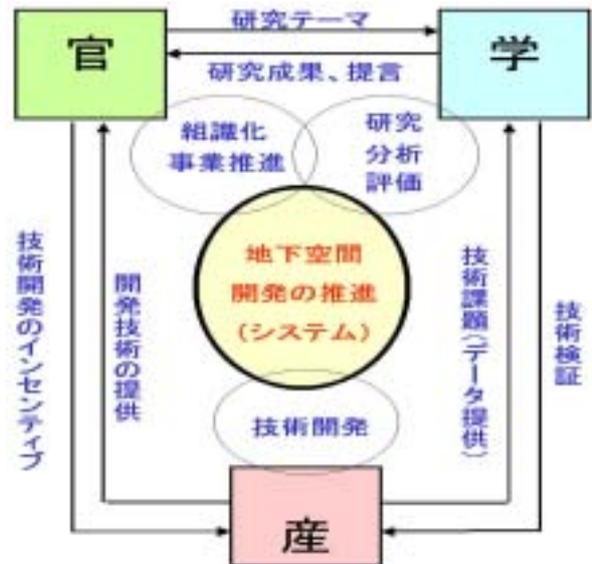


図 - 1 産官学の役割分担と連携イメージ<sup>1)</sup>

参考文献 1)地盤工学会:「ワークショップテキスト 大深度地下利用における地盤および構造物の調査・計測技術」, P.3-6, 2002. 7