

「山岳トンネルの地表面沈下検討部会」 中間報告

山岳トンネルにおける地表面沈下の 予測評価と合理的対策工

Predictive Estimation and Rational Countermeasures for Ground-surface Subsidence
by Tunnel Excavation

蔣 宇静¹・安田 亨²・木梨秀雄³・土門 剛⁴・山田浩幸⁵

Yujing Jiang, Toru Yasuda, Hideo Kinashi, Tsuyoshi Domon and Hiroyuki Yamada

¹正会員 博士(工) 長崎大学教授 工学部社会開発工学科 (〒852-8521 長崎市文教町1-14)

E-mail: jiang@civil.nagasaki-u.ac.jp

²正会員 博士(工) パシフィックコンサルタンツ(株) 大阪本社 (〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13)

³正会員 博士(工) (株) 大林組生産技術本部トンネル技術部 (〒108-8502 東京都港区港南2-15-2)

⁴正会員 首都大学東京都市環境学部 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

⁵正会員 (株) 鴻池組大阪本店土木技術部 (〒530-8517 大阪市北区梅田3-4-5)

The prediction of the ground-surface subsidence is not easy for the problem of the modeling. And it is necessary that rational counter-measurement is selected corresponding to the construction condition. Therefore, in committee of JSCE, the study of prediction method for subsidence, observational method under construction, and selection method for rational countermeasures, is carried out in middle level.

Key Words : tunnel, ground-surface subsidence, countermeasure, predictive estimation

1. はじめに

近年、都市部においても山岳工法による施工事例が増えており、住宅等市街地への掘削の影響評価が重要になっている。しかし、実務においては、地表面沈下の予測はモデル化などにおいて様々な課題があり、決して容易ではない。また、施工時の対策工や計測監視方法も様々あり、施工条件に応じた合理的な工法選定が必要と思われる。

以上の背景を踏まえ、土木学会内に「トンネル工学小委員会、山岳トンネルの地表面沈下検討部会：部会長長崎大学 蔣教授」を設置し、地表面沈下の予測評価と合理的対策工の提案を目的として活動している。主要な検討内容は、既往研究や対策工選定の現状を調査分析するとともに、地表面沈下の予測手法、事前調査や施工中のモニタリング手法、対策工の合理的な選定法等の検討であり、本部会の活動成果はライブラリーにて発表する予定である。

本報告において、現在までの活動状況と検討項目、検討課題等について中間成果として報告するものであり、中間段階において多くの実務者の意見、希望を取り

入れることにより、ニーズに呼応した成果を取り纏めたいと考えている。

2. 部会の活動内容

(1) 研究テーマ

- ・都市部における山岳工法の地表面沈下予測、対策選定の調査、分析
- ・山岳トンネルにおける地表面沈下の予測と対策に関する研究
- ・地表面沈下予測・モデル化の検討 など

(2) 組織

委員29名(産官学の参画、公募による)

以下の3ワーキングを設置して活動している。

WG1 調査・計測ワーキング

WG2 予測・評価ワーキング

WG3 対策ワーキング

(3) 活動期間

平成19(2007)年度 ～ 平成21(2009)年度

(4) 成果

講習会開催、ライブラリー発刊

3. 検討項目

調査・計測，予測・評価，対策の各ワーキングで扱う検討項目は以下のとおりである。

(1) 調査・計測に関して

表1 調査・計測WGの検討項目

事前調査	地山条件(物性値，初期応力，変形特性，ポアソン比，せん断特性など)の把握
	周辺環境条件(近接条件，地下水条件)
	予測解析のための必要調査項目と調査法
計測	目的に応じた計測項目と計測手法
	管理基準値の整理と設定方法
	計測管理のフロー(計測時期，計測頻度，管理レベル，計測結果に基づくFB)
	調査計測手法の新技术の導入と適用性
評価	調査結果，計測結果の分析・評価と活用

これらのうち，調査に関しては，事前予測解析および対策工の選定を行うために必要となる調査と，その結果の解釈が特に重要である。計測に関しては，対象物への影響，地山挙動，対策工の効果を評価するなどの目的に応じた計測工の選定と評価，および管理基準に基づく計測管理フローの検討が特に重要である。

(2) 予測・評価に関して

表2 予測・評価WGの検討項目

予測手法	地表面沈下予測手法の現状と課題
	理論および模型実験に基づく予測手法
	実験・事例に基づく沈下発生メカニズム
予測解析	数値解析法の種別と沈下問題への適用性
	解析条件(二次・三次元，境界条件，物性値)とモデル化(材料特性，不連続性)
	支保工，補助工法のモデル化
	数値解析予測精度と精度向上および適用限界(リバウンド，共下がり等の問題)
再現解析	計測データ分析による逆解析，再現解析
	計測結果との比較，再現精度，再予測精度
	再現解析による管理値の再設定，対策工選定フローへの活用，対策効果確認・検証
評価	事前予測手法，再現解析手法等の評価，適用限界と課題

これらのうち事前予測を行う場合の適切な予測手法，モデル化，および施工中における計測データの活用による対策工選定フローへの反映，対策効果の検証等が特に重要である。

(3) 対策に関して

表3 対策WGの検討項目

対策分類	地表面沈下対策の現状と課題
	地山(低土被り，低強度)，対象物，地下水等の対象毎の沈下対策の現状
	対策工の沈下抑制メカニズム
	工法分類(加背割，早期閉合，先受け工，脚部対策，地山改良，遮断壁等)と効果
対策選定	検討条件(地質・地形条件，周辺環境条件，近接条件，管理値)による事前の対策選定
	対象地山，土被り，沈下対策対象物件，経済性などの優位性に基づく対策選定
	対策工の選定フロー，対策工の組合せ，計測，再現解析による対策工選定の評価
評価	施工中の対策工選定評価および事後評価

これらのうち，対策工の分類と効果，検討条件に応じた組合せを含む対策工選定のフロー，対策工効果の検証評価などが特に重要である。補助工法の選定は経済性への影響が大きいことから，実務においては常に頭を悩ませる要因であり，実用的な選定フローについての考え方を示すことを目指している。

4. ライブラリーの構成

以上の検討に基づき，以下のようなライブラリー構成により成果を取り纏める計画である。

「実務者のための山岳トンネルにおける地表面沈下の予測評価と合理的対策工の選定」

- 1) 地表面沈下の現状と課題
- 2) 地表面沈下評価のための事前調査
- 3) 管理基準値，許容沈下量
- 4) 数値解析による事前予測手法と評価
- 5) 地表面沈下のメカニズム
- 6) 地表面沈下対策の分類と効果
- 7) 計測手法と管理フロー
- 8) 対策工の選定と抑止効果の評価
- 9) 今後の展望
- 10) 地表面沈下予測と対策工選定の事例

5. おわりに

土木学会，トンネル工学小委員会における当部会への支援に感謝するとともに，部会での活動成果が，地表面沈下の予測評価や対策工選定で苦慮している現場実務者に役立つことを切に願う次第である。