

平成 21 年 4 月 17 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19360194

研究課題名 (和文) 逆解析に基づく地下コンクリート構造物の構造安全性評価手法の開発

研究課題名 (英文) Development of new evaluation method for structural safety of underground tunnels by inverse analysis

研究代表者

魚本 健人 (UOMOTO TAKETO)

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：80114396

研究成果の概要：都市の拡大に伴い多くの構造物が軟弱地盤等に建設されているが、一般に安全であると考えられている埋設トンネルも種々の原因で劣化・損傷を受けている。本研究では、どのような劣化・損傷が発生しているかを既存トンネルの調査から明らかにするとともに、その原因がそのトンネル直下の構造物であることが多いことを実験・解析・調査結果から明らかにするとともに、構造安全性を評価する方法としてトンネルの沈下量測定に基づく逆解析が有効であることを明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|------------|-----------|------------|
| 2007 年度 | 6,700,000 | 2,010,000 | 8,710,000 |
| 2008 年度 | 5,300,000 | 1,590,000 | 6,890,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 12,000,000 | 3,600,000 | 15,600,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学：土木材料・施工・建設マネジメント

キーワード：既設トンネル、コンクリート、ひび割れ、地上の構造物、3次元 FEM、逆解析、トンネルの沈下、軟弱地盤

1. 研究開始当初の背景

社会インフラが整備された今日、都市などの重要な社会基盤である地下トンネル構造物をより長期間使用するためには、これらの構造物を適切に維持管理しなければならない。しかし、都市開発などが構造物近傍で順次実施されているため、特に軟弱地盤においては知らずして既存の地下トンネルを損傷させている場合が多い。このような現状を踏

まえ、地下構造物がいつどこでどのような損傷を受け今後どうなるかを予測することは、対策を講じるとともに維持管理を適切に実施する上で大切である。

2. 研究の目的

本研究では主に軟弱地盤に建設された既存の地下トンネル構造物の損傷の程度を評

価するために、実験、解析、実地調査を行い、より実効性の有る新たな検査システムを見出すことを目的として実施した。

3. 研究の方法

既設の小口径トンネルを対象として以下の方法で調査・実験を行い、都市部における地下トンネルの劣化度を判定する方法を提案した。

- 1) 東京周辺の既存小口径トンネルの実地調査（平成19年度および20年度）を行い、既に開発した診断ソフトを用いた目視調査とトンネルの沈下測定
- 2) 調査した全てのデータを比較検討して、特に損傷・劣化が著しい箇所を抽出
- 3) 損傷・劣化の発生している抽出箇所については、赤外線サーモカメラ、鉄筋探査計ならびに可視光線カメラを使用した異常個所の詳細調査（打音による検査も必要に応じて実施）
- 4) 変状の原因を調べるための地上の状況調査と、原因となる可能性のある構造物等の位置、年代等の調査
- 5) 想定される原因を模擬した地中の模擬トンネル載荷実験を行い、載荷時のトンネルの変形・変位等の測定
- 6) 載荷実験の結果を考慮して、FEMによる構造解析（構造解析用パソコン）を実施し、地盤条件など不明な数値を逆解析で算出
- 7) FEMの解析を用いて既存小口径トンネルに発生する応力等を求め、トンネルの変状原因を特定
- 8) 上記の結果から、既設の都市トンネル（主にシールドトンネル）の変状と構造安全性を評価し、問題点を抽出
- 9) 検査すべき事項の整理

4. 研究成果

研究の結果、次のことが明らかになった。

(1) 軟弱地盤のように柔らかい地盤の場合には、地表近傍で建設された新しい構造物の自重並びに基礎杭による変位拘束が原因となり、地下トンネルに対して大きな応力の発生を生じさせることがある。

(2) 地盤が沈下するような軟弱地盤では、支持杭などの影響も受けやすく問題となるが、地盤が固く、ヤング率の大きな場合には、ほとんどトンネルに影響を及ぼさない。その目安としてはヤング率では100N/mm²以上か否かである。

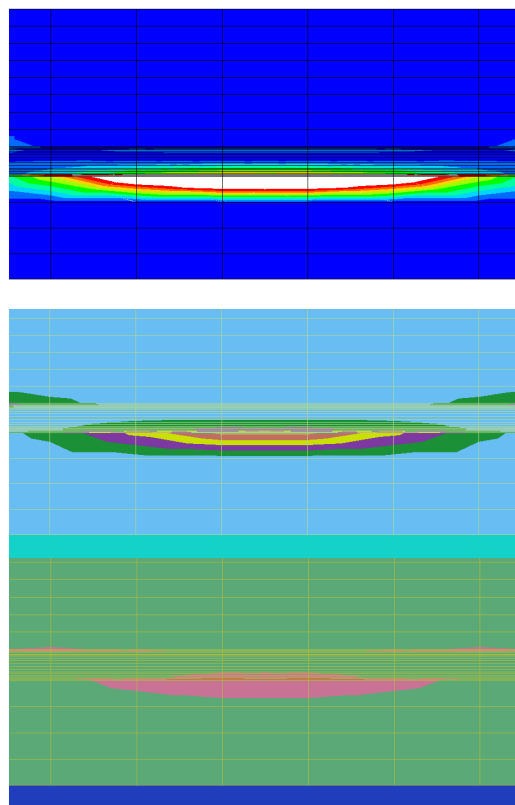


図-1 上から地盤の弾性係数が1N/mm², 10N/mm², 100N/mm²の時のトンネル応力分布図

(3) このような原因による損傷を検知する上では、トンネル各点の経時的なレベル測量と地盤の物性値の把握が最も重要であり、逆解析による変形解析を行えば、精度のよい原因解明および将来の損傷予測も行うことができることが明らかになった。

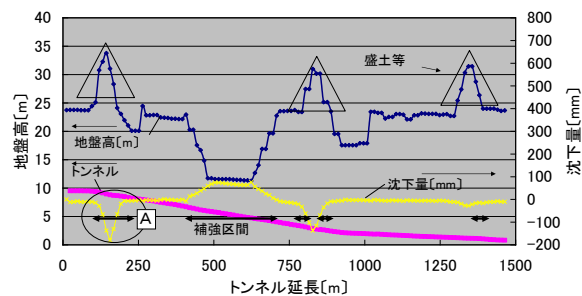


図-2 沈下量と城砦荷重の関係

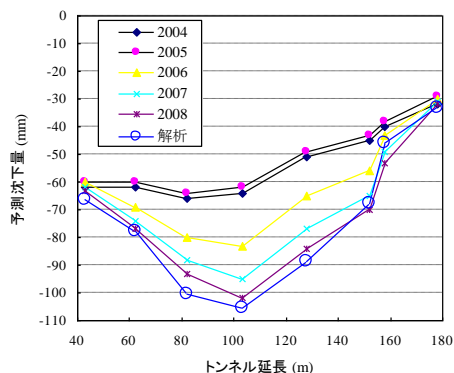


図-3 沈下量測定と解析値

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 2 件)

- Effect of Newly Constructed Surface Structures on Underground Concrete Tunnels (The Third Asian Concrete Federation International Conference, 2008.12), Taketo UOMOTO, Futoshi KATSUKI, Masahiro TAKEUCHI and Sachiko SUZUKI
- Effect of Surface Structures on Underground Concrete Tunnels, (The Forth International Conference on Construction Materials, Performance, Innovations, and Structural Implications, 2009.08) Taketo UOMOTO, Futoshi KATSUKI, Masahiro TAKEUCHI, Sachiko SUZUKI and Masamichi KATO

〔学会発表〕 (計 3 件)

- 既設シールドトンネル覆工のひび割れと地上の荷重変動に関する基礎的研究 (土木学会関東支部 第 35 回技術研究発表会)
場所：芝浦工業大学豊洲キャンパス
発表年月日：2008.3
発表者：竹内、白根、魚本
- シールドトンネル覆工コンクリートのひび割れ分布と沈下量に関する基礎的研究 ((土木学会関東支部 第 35 回技術研究発表会)
場所：芝浦工業大学豊洲キャンパス
発表年月日：2008.3
発表者鈴木、木下、魚本
- 都市部における既設ボックスカルバートトンネルの劣化・損傷原因に関する基礎的研究 (土木学会関東支部第 36 回技術研究発表会)
場所：千葉工業大学 津田沼キャンパス
発表年月日：2009.3
発表者：加藤、魚本

〔図書〕 (計 0 件)
なし

〔産業財産権〕
○出願状況 (計 0 件)
なし

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

- ## 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
魚本 健人

芝浦工業大学・工学部・教授
研究者番号：80114396

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし