

水路トンネル用の地山簡易貫入試験器の開発 Penetro-meter for ground back of waterway tunnel lining

藤原鉄朗* 長束 勇** 渡嘉敷勝** 森 充広** 石神暁郎** 齋藤 豊*** 金光保雄****
T. Fujiwara, I. Natsuka, M. Tokashiki, M. Mori, A. Ishigami, Y. Saito and Y. Kanemitsu

1. はじめに

水路トンネルの安定性を評価するうえで、トンネル覆工背面の地山の性状を把握することはきわめて重要な事項である。しかしながら、高度成長期以前に建設された水路トンネルのほとんどは、覆工背面の地山に関する情報が残っていないのが現状である。このため、背面地山の調査には、水路トンネル内においてコア削孔やボーリングを行う必要がある。また、水路トンネルは、断水時間の確保やトンネル内での換気の問題で、これらの調査が難しいのが一般的である。

そこで、筆者らは、簡便に水路トンネル背面の地山情報を取得する方法・装置について検討を行ったので、これを報告する。

2. 装置の構成

水路トンネル用地山簡易貫入試験器は、小口径の水路内に人肩で搬入でき、バッテリーで駆動できるものを検討した。この結果、充電式の電動ドリルでトンネル天端覆工を削孔(φ22mm)し、この孔を利用して調査を行う形式とした。試験器は、覆工に設けた調査孔から地山に手動ねじ込み方式によって貫入棒を貫入させ、そのときの貫入力および貫入長を測定する装置である。装置の仕様を表-1に示す。

Table-1 Specification of penetro-meter for ground back of waterway tunnel lining

項目	仕様
貫入方式	手動ねじ込み方式
測定項目	貫入長 (mm) 貫入力 (N)
電源	DC12V
対応トンネル径	1500mm ~ 3500mm
最大貫入力	1,000N (2,000Nまで計測できるが構造上の余裕をみて計測終了としている)
最大貫入ストローク	500mm
測定データ記録:	ロガー・PCで記録
貫入棒長さ	500mm・1000mm
貫入棒直径	14mm
貫入棒先形状	R30° (先端R1mm程度のまるみ)



Fig-1 Waterway penetro-meter

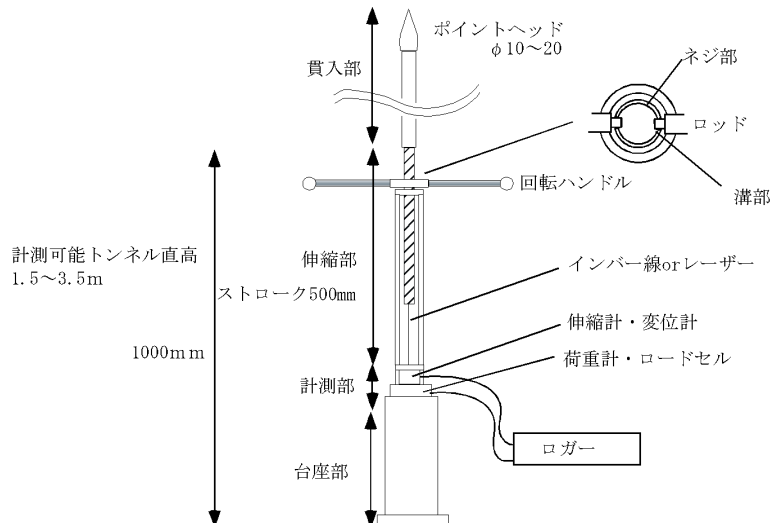


Fig-2 Image of Waterway penetro-meter

* 日本工営(株)社会環境エンジニアリング事業部 NIPPON KOEI. Co.,LTD

** (独)農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering

*** (株)ウォールナット Walnut. Co., LTD

****コマツエンジニアリング(株)計測エンジニアリング事業部 Komatsu Engineering. Co.,LTD

3. 現地適用性試験結果

試作した水路トンネル用地山簡易貫入試験器について、実際の水路トンネルで適用性試験を行った。水路トンネルは、直径約 3.0mの馬蹄型トンネルである。試験位置は、あらかじめレーダ計測を行い、覆工の厚さと空洞の有無を推定して決定した。なお、試験位置は3箇所設定し、各試験位置において3孔(離隔 300mm)で計測を実施した。地山簡易貫入試験に先立ち、電動ドリルで削孔(直径 22.0mm)し、コンベックスで覆工厚さおよび空洞の高さを計測した。この結果を表-2 に示す。

Table-2 Sampling point and data by drilling

計測位置	覆工厚(mm)	空洞高(mm)	備考
地点1-1	200	0	覆工側に最大約 20mmの開口ひび割れが生じており、天端には微細ながら圧縮性のひび割れが生じている。空洞はほとんどない。
地点1-2	190	15	
地点1-3	155	45	
地点2-1	200	100	覆工にひび割れなどの目立つ変状はない。覆工背面には空洞がある。
地点2-2	160	150	
地点2-3	160	160	
地点3-1	130	30	側壁に開口ひび割れがある。周辺は湧水が多い。覆工背面の空洞はほとんどない。
地点3-2	200	30	
地点3-3	200	0	

各計測地点の貫入長と貫入力の関係を図-3~5に示す。地点2については、浅層で貫入力がほとんど発生せず、200mmで急激に荷重がかかる特徴を有する。これに対して、地点3は一部硬い部分があるが、これを過ぎるとズルズルと貫入し、本装置の限界ストローク長を超える結果となった。なお、地点1は、地点2と地点3の中間的な形態を示している。覆工のひび割れの状態からみて、地点1と地点3には過剰な地圧が生じている可能性が高い。今回の貫入量調査では、地点3>地点1>地点2の順位で地山風化が進んでいると判断され、覆工のひび割れの状態と調和的な結果になった。

4. 今後の検討方針

今回の現地適用性試験では、定性的な装置の機能確認に留まった。本試験によって、適切な計測用ロッド長、削孔ドリル径と削孔時の留意事項などが確認できた。今後は、室内モデル試験を行い、貫入量と地山の力学的強度との関係を明らかにし、有効なトンネル覆工背面の地山評価の手段として改良を行っていく予定である。

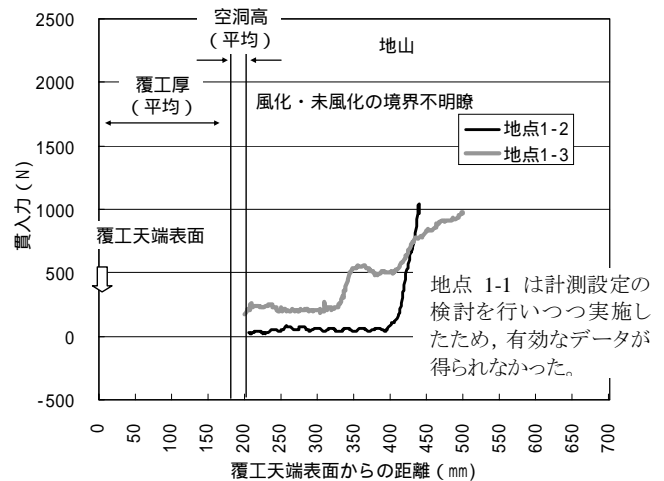


Fig-3 Penetrometer data of point 1

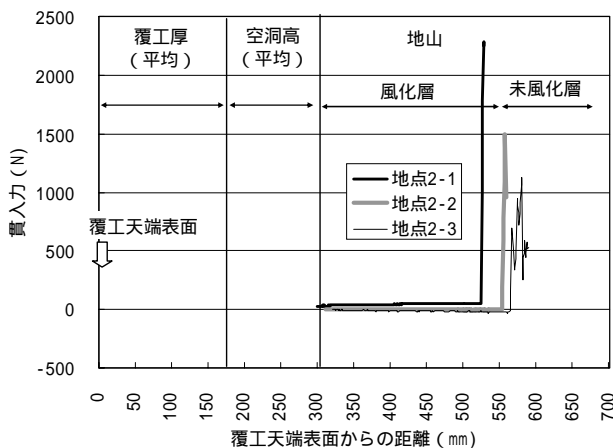


Fig-4 Penetrometer data of point 2

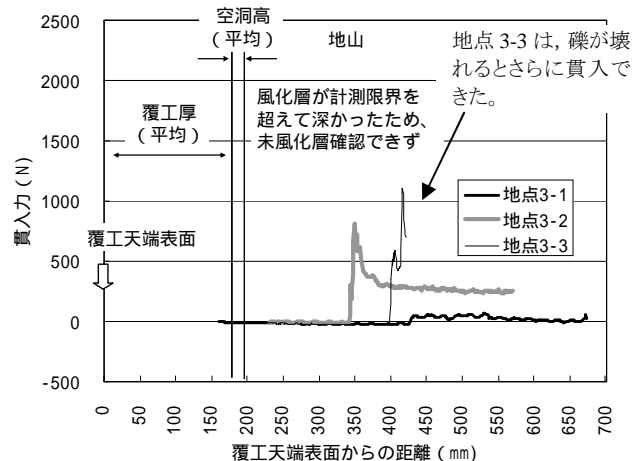


Fig-5 Penetrometer data of point 3