

Tunnelling and Underground Space Technology

Nos.6, December 2010

- 1) Numerical modeling and experimental evaluation of a time domain UWB technique for soil void detection (pp.652~659)

地盤内空洞検出における時間領域 UWB 技術の数値モデリングと実験的検証

Authors: P. Jaganathan, E. Allouche, N. Simicevic

既設の埋設管のひび割れなどの劣化部分からの漏水により周辺地盤の細粒分が引き込まれて発生する管直上の空隙は地表面や周辺施設の沈下を引き起こすため、早期に空隙の発生を検知する必要がある。本報告はこのような空隙の位置・大きさを検知する方法として開発された時間領域超広帯域(UWB)解析手法について述べるものである。本手法で用いられる UWB は 3.1~10.6GHz である。インパルス地中レーダーと比較的類似しており、目的物の電気誘電率や電気伝導率の急激な変化を検出し、その不連続性を把握するものである。市販の地中レーダーシステムと異なるのは、100ps (1ps=10⁻¹² s)以下のパルス幅の電磁波を用いるため、高解像度・高精度が得られるという特徴がある。Fig.2 に概念図を示す。

上記システムを実験的に検証するために、Fig.9 に示す設備を用いて解析から得られた空隙と設定した空隙の比較を行った。Fig.14 に縦断方向の断面図を示す。図の中で空隙とパイプおよびアンテナ近くの混線部が明瞭に表わされている。

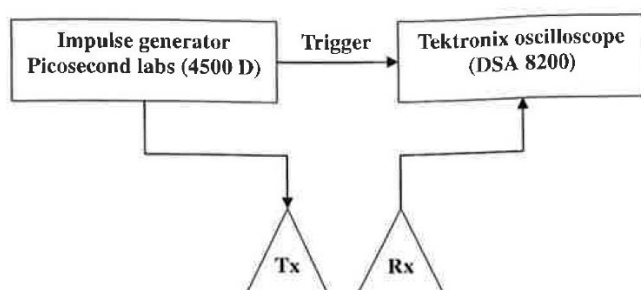


Fig. 2. Schematic of the instrumentation used in the UWB pipe inspection system.



Fig. 9. Arrangement of antennas inside a 0.30 m clay pipe with Vivaldi antenna positioned in the vertical direction and the disccone antenna aligned in the horizontal direction.

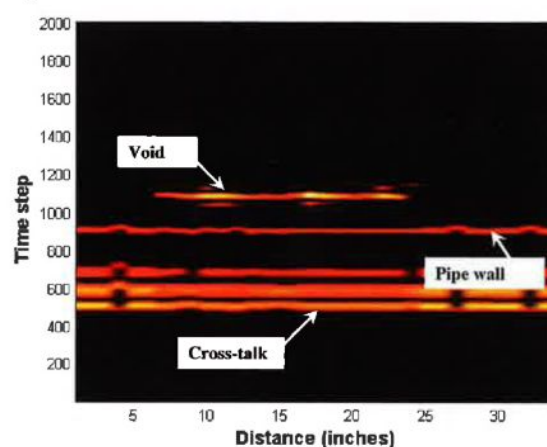


Fig. 14. A processed B-scan image that clearly distinguish among the antenna cross-talk, the pipe wall and the soil void.

2) A risk management approach to safety assessment of trenchless technologies for culvert rehabilitation (pp.681~688)

カルバート修復における非開削技術の安全性評価に関するリスクマネジメント

Author: S. Syachrania, H. S. Jeongb, V. Raic, M. J. Chaed, T. Iseley

埋設カルバートの機能を維持することは、洪水などの災害時における輸送システムの維持だけでなく、構造物自体の期待耐用年数を確保するためにも重要となる。

いくつかの州運輸省（DOT）では短工期かつ交通に影響を与えない修復方法として非開削修復技術を適用してきている。本工法は、経済性、工期、品質などの面から多くの優位性があるものの安全性の面からはそれほど議論されておらず、また基準なども乏しい。

本論文では、具体的な3工法(Sliplining、CIPP、螺旋製管工法)を選択し、これらの工法についてリスクマネジメント手法を適用して、安全性評価を実施した。

各工法の施工手順を共通作業と固有作業に分けた上で、各作業の発生可能性、影響度を評価し（Fig.4）、次式に基づいてリスク度合い（TREI）を数量化し、各工法の総点数を求める。

$$TREI = \sum \chi_{Fi} \cdot \chi_{Si}$$

χ_{Fi} : 発生頻度に関する点、 χ_{Si} : 影響度に関する点

その結果、3工法の中で螺旋製管工法が比較的安全性が高いと位置づけられたが（Table.6）、これはあくまでも一手法の紹介であり、安全性評価に関して一つの示唆を与えたものである。

Table 6
Summary of total risk exposure index (TREI) calculation.

Activities	Risk score		
	Sliplining	Cured in place lining	Spirally wound lining
General activities			
GA.1	3	3	3
GA.2	12	12	12
GA.3	9	9	9
GA.4	9	N/A	N/A
GA.5	2	2	2
GA.6	3	3	3
GA.7	N/A	4	N/A
GA.8	12	12	12
GA.9	6	6	6
GA.10	6	N/A	6
GA.11	4	4	4
GA.12	4	4	4
Specific activities			
SL.1	9		
SL.2	9		
SL.3	2		
CIPP.1		4	
CIPP.2		4	
CIPP.3		4	
CIPP.4		2	
CIPP.5		4	
CIPP.6		4	
CIPP.7		9	
SWL.1			8
SWL.2			2
SWL.3			2
Total risk exposure index (TREI)	90	90	73
Total number of activities	14	17	13

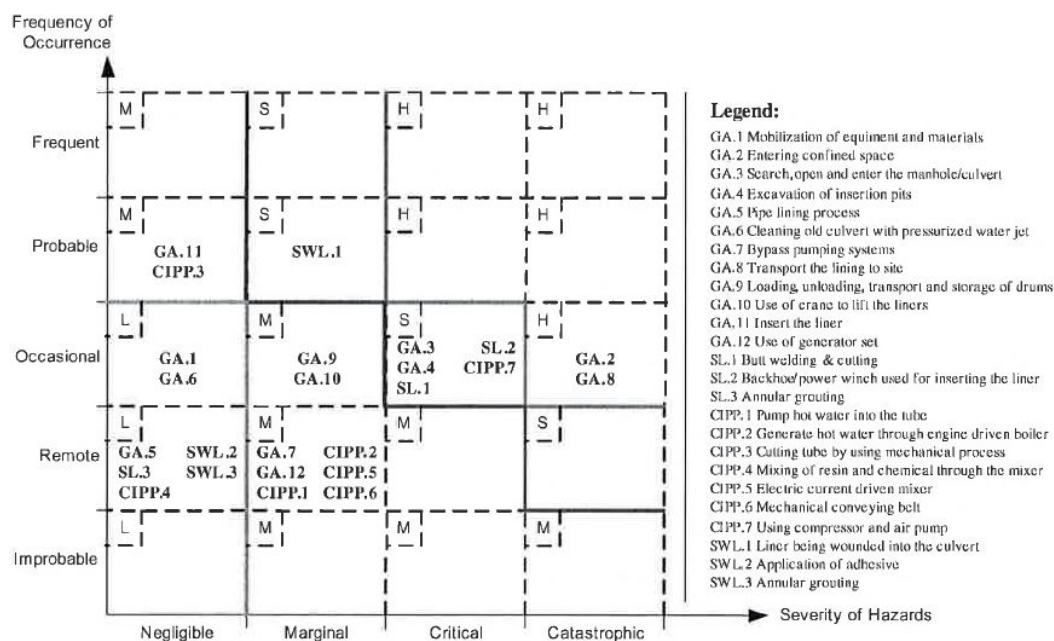


Fig. 4. Risk profile of three relining techniques.

3) Nondestructive evaluation of the depth of surface-breaking cracks in concrete pipes
(pp.736~744)

コンクリート管の表面亀裂の深さに関する非破壊評価

Authors: Y. Yanga, M. A. Polak, G. Cascante

地中に埋設されたコンクリート管表面のひび割れはその構造特性に影響を与える。したがって、ひび割れ深さの非破壊評価は、一般的に地下インフラストラクチャ（マイクロトンネル）で使用されているこれらのパイプの保守性を評価するためにも重要である。本稿では、表面ひび割れ深さを評価するための理論的、解析的および実験的アプローチについて述べる。

理論解析および数値解析においてはコンクリート管の壁は、プレートとして表現される。実験では、Fig.4 に示すようにコンクリートプレート(1200×800×80)の中央に、5, 10, 15, 20, 30mmの深さの切れ込みを入れひび割れを模擬する。ソースとして超音波圧電トランスミッタが使用され、超音波パルスの伝播はウェーブレット変換を用いて分析される。

新たに提案するウェーブレット変換伝送係数（WTC）はひび割れ幅と強い相関関係があり（Fig.11）、本論文で述べた実験により WTC を求めることにより、表面ひび割れの深さを精度よく推定できることが示された。

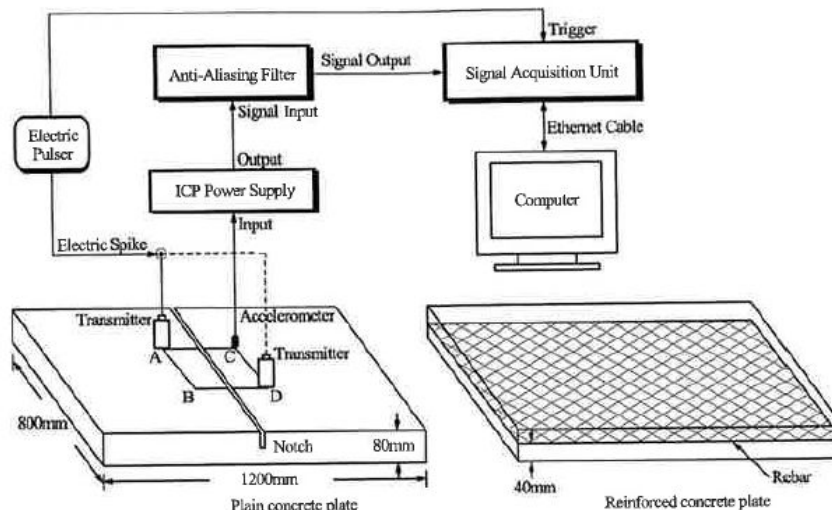


Fig. 4. Laboratory setup.

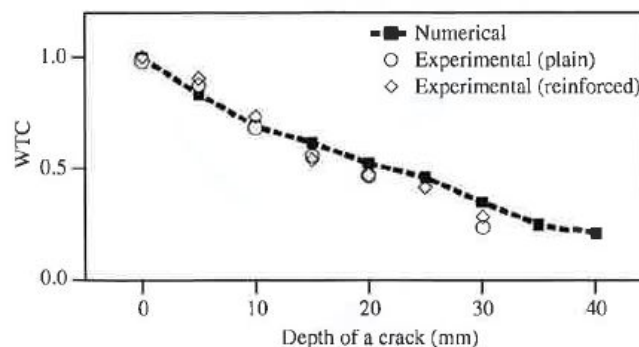


Fig. 11. Laboratory results of the WTC compared with the numerical results.

4) Excavation failure during micro-tunneling in fine sands: A case study (pp.811~818)

細砂地山におけるマイクロトンネル掘削時の崩壊：ケーススタディ

Author: J. Jebellia, M.A. Meguidb, M.K. Sedghinejad

イランの Anzali では、一部世界銀行ファンドを利用して、2008 年 5 月よりマイクロトンネル工法による延長 2551m の下水道整備を実施している。本プロジェクトは土被り平均 5m で $\phi 600 \sim 1000$ のコンクリート管を設置するものであり、マイクロトンネリングマシン(MTBM)と泥水式推進工法により掘削が進められている (Fig. 3)。

飽和砂層における推進工事では、切羽崩壊、立坑変状、カスピ海から流れ込む多量の湧水あるいは地表面沈下など様々なリスクを持った掘削となる。

本論文は、本プロジェクトの概要、掘削中に直面する課題やその解決策をまとめたものである。

地盤は全体として非常に緩い砂層であり $C=0$ 、 $\phi=27^\circ$ $N=3 \sim 8$ 、地下水位は GL-2m である。

切羽の安定および地表面沈下抑制に関しては、スラリー圧とカッタートルクが土砂の取り込み量と相関が高く、これらの制御が重要な役割を持つ。

具体的な切羽安定の判断基準は、スラリー圧 P_s 、地盤反力 P_r 、スラリーの降伏強度 τ_f 、スラリー拡散距離 e_{max} 、砂の代表粒径 D_{10} を用いて以下の式で表わされる。

- $P_s > P_r + 2 \tau_f \cdot e_{max} / D_{10}$ ならば、スラリーが地盤へ拡散
- $P_s < P_r + 2 \tau_f \cdot e_{max} / D_{10}$ ならば、地盤が不安定となり、切羽崩壊の危険あり

また地下水の処理についてはウェルポイントをできるだけ密な間隔で設置し、地下水位変化を連続的にモニタリングすることが重要である。

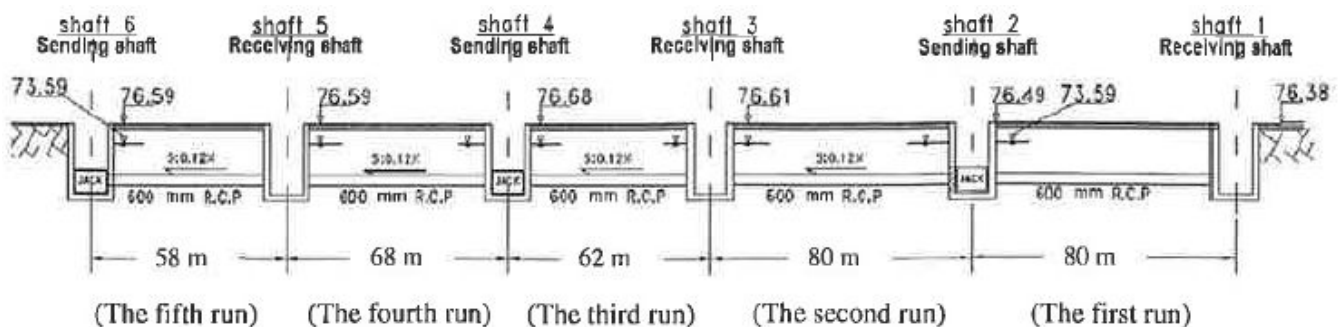


Fig. 3. Longitudinal profile of the sewer line.