

VI-263

電磁波レーダを用いた下水道管周辺地盤の空洞探査

建設省土木研究所 正会員○森 芳徳

” 塚田幸広

” 市村靖光

1. まえがき

下水道管路施設では、管の老朽化や施工不良、過大な上載荷重等によりクラックや目地切れが発生し、管内への流入水（不明水）をはじめ、周辺土砂の管内への堆積、流入土砂による流下能力の低下等の事例が数多く見られる。また、土砂の流入により周辺地盤に緩みや空洞が発生し、最終的には路面陥没を引き起こしている事例もある。このため、このような下水道管周辺地盤に発生する空洞を小規模の状態でも早期に発見し、空洞充填等の補修対策を施す必要がある。筆者らは、これまでに電磁波レーダを用いた河川構造物周辺地盤の空洞探査の適用性の検討を行っている。^{1) 2)} 本稿では、電磁波レーダを用いてヒューム管内から管直下に設置した空洞の探査実験を行い、その適用性について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

表-1にレーダのアンテナの仕様を、表-2にヒューム管の仕様を示す。実験に使用したレーダは、河川構造物の樋門や樋管等の鉄筋コンクリート構造物上から構造物直下の地盤の状況を調査するために開発された装置であり、特に鉄筋による共振現象に対応するために放射角を狭くしている。また、水路内計測を想定しているため完全防水型となっている。ヒューム管はφ400mmでらせん筋が65mmと35mmのB1種とB2種の2種類を対象とし、各々4本（2.5m×4本=10m）を連結した。実験地盤は、図-1に示すように川砂地盤中に模擬空洞を設置した上にヒューム管を4本設置し、半分埋没するまで周辺を川砂で覆った。空洞は、幅350mm×長さ400mm×高さ180mmのポリエチレン製タンクを使用した。レーダの中心周波数は、500MHzと1GHzの2条件とした。また、レーダアンテナと管底部に隙間が生じ境界面での反射が予想されるため、ダンパー材としてヒューム管と同質のモルタルを設置した状態と設置していない状態の2条件で探査を行った。表-3に実験ケースの一覧を示す。

表-1 レーダアンテナの仕様

形状	三角形ダイポール
材質	アルミニウム製鋳物
シールド	フェライト電波吸収体強化
重量	15kg
周波数可変	∞～1500MHz
出力可変	20Vpp～200Vpp
その他付加機能	STC機能、防水型、出力ビームの狭角化

表-2 ヒューム管の仕様

管種	内径×管長	鉄筋ピッチ	
		縦筋	らせん筋
B1種	φ400mm×2,505mm	113mm (φ4mm)	65mm (φ3.2mm)
B2種			35mm (φ4mm)

表-3 実験ケース

ケース	管種	中心周波数	ダンパー材
1	B1	1GHz	モルタル
2	B2		
3	B1	500MHz	なし
4		1GHz	

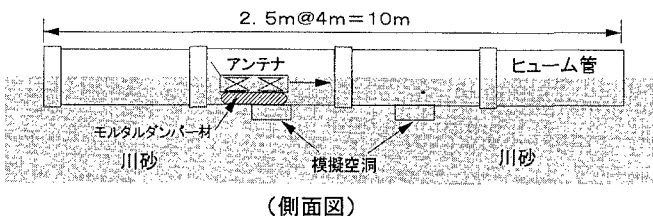
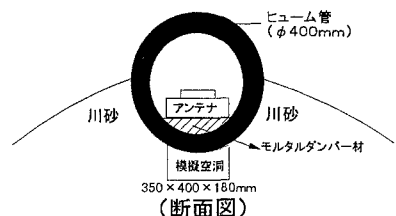


図-1 実験地盤



電磁波レーダ、下水道管、空洞探査

〒305 つくば市大字旭1番地 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0564

3. 実験結果

図-2～図-5に各試験ケースの探査結果を示す。これらの画像は、探査直後に全て差分処理したデータである。最も空洞を明確に捉えられていた条件は、B1種管で中心周波数が1GHz、モルタルダンパー材を使用したケース1であった。以下に鉄筋ピッチ、中心周波数、ダンパー材の各要因の影響について考察を述べる。

3. 1 鉄筋ピッチの影響（ケース1と2の比較）

図-2と図-3のデータから、鉄筋ピッチの粗いB1種であれば明確に空洞からの反射波が捉えられることが確認できる。一方、鉄筋ピッチの細かいB2種のケースでは、空洞からの反射波を明確に捉えているとは言い難く、空洞存在を検知することは難しいと考えられる。

3. 2 中心周波数の影響（ケース1と3の比較）

図-2と図-4のデータから、中心周波数が1GHzと500MHzの場合では、1GHzの方が500MHzより空洞からの反射パターンが良好である。これは、ヒューム管の断面が薄いため、高周波であっても構造物による減衰が小さく、また鉄筋による共振も強く影響されずに空洞を捉えることができるためと考えられる。両データは、中心周波数以外の条件の違いはなく、このことから高周波数ほど鉄筋からの影響を回避できるものと考えられる。

3. 3 ダンパー材の影響（ケース1と4の比較）

図-2と図-5のデータから、ダンパー材の有無に関わらず空洞が確認できるが、ダンパー材がある方がダンパー材がないものより良好な画像データが得られている。これは、ダンパー材を使用するとその境界特性から伝搬減衰が減少し、信号レベルが向上するためと考えられる。

4. 今後の課題

一般的な施工条件で使用されている鉄筋ピッチの粗いヒューム管B1種であれば、電磁波レーダにより周辺地盤の空洞を探査できる可能性が高いことが確認できた。今後は実現場において現場適用性の確認を行う必要があると考えられる。また、ヒューム管2種のような鉄筋ピッチの細かい構造物に対する適用性の検討も行っていく予定である。

参考文献：1）市村他、電磁波レーダによる床版下の空洞探査、第20回日本道路会議論文集

2）市村他、樋門樋管周辺の空洞探査補修技術に関する調査、土木研究所資料第3333号

ジョイント 空洞直上 ジョイント



図-2 ケース1（B1，1GHz，モルタル）

ジョイント 空洞直上 ジョイント

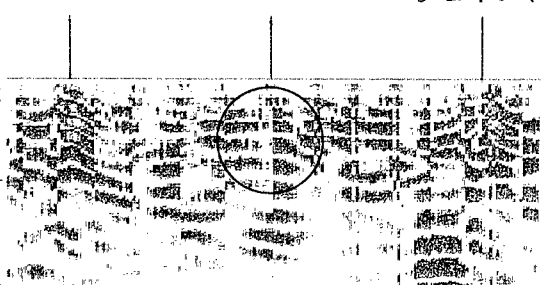


図-3 ケース2（B2，1GHz，モルタル）

ジョイント 空洞直上 ジョイント

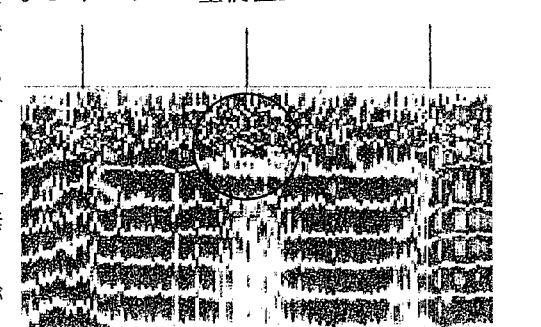


図-4 ケース3（B1，500MHz，モルタル）

ジョイント 空洞直上 ジョイント

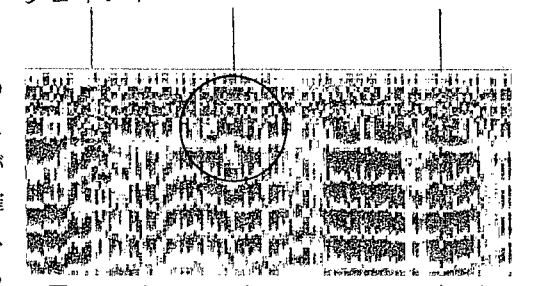


図-5 ケース4（B1，1GHz，なし）