

埋設条件を考慮した衝撃弾性波法によるコンクリート下水管路のひび割れ評価

岐阜大学 学生会員 ○中村隆志 舟橋孝仁 浅野雅則

岐阜大学 正会員 鎌田敏郎

積水化学工業(株) 皆木卓士

1. はじめに

著者らは、コンクリート下水管路の劣化診断手法として、衝撃弾性波法による基礎的な検討を行ってきた^{1), 2)}。しかしながら、管が埋設状況下にある場合の検討は十分に行われていないのが現状である。埋設状況下では、コンクリート管が周辺土圧により拘束を受けるため、その影響程度を把握することは、本手法の適用範囲を明確にする意味でも極めて重要である。

そこで本研究では、コンクリート管を砂中へ埋設し、鋼板载荷により想定埋設深さを最大で 2m 程度として弾性波計測を行い、埋設前後のパラメータの特性を比較するとともに、土圧の違いがひび割れ評価指標に与える影響についても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

本研究では、鉄筋コンクリート製下水管(長さ 1900mm、内径 250mm、管厚 28mm)を用いた。供試体種類は、(A)軽い衝撃力を繰り返し与えることにより人工的に管軸方向にひび割れを導入した軸ひび割れ供試体、(B)管中央部において管周方向に 1 本のひび割れを導入した周ひび割れ供試体、(C)管軸・周の両方向にひび割れを導入した複合ひび割れ供試体および比較のために用いた(D)健全供試体の合計 4 種類である。

2.2 弾性波の入力および受振方法

弾性波の入力には、安定した打撃を行うことのできるインパルスハンマを搭載した打撃装置を用いた。弾性波の受振には、加速度計(周波数範囲: 0.2~45kHz)を用いた。加速度計は、瞬間接着剤により管内面上部に固定した。加速度計により受振された波形は、アンプを介し A/D 変換器を通してパソコン上に記録した。本研究では、受振波形より最大振幅値および波形エネルギーの算定を行った。本研究では、図-1 に示すように、最大振幅値は、受振波形において振幅の絶対値が最大を示す振幅値であり、波形エネルギーは、振幅の絶対値波形と基線とで囲まれた部分の面積として定義した。そして、これらのパラ

メータに対して、健全供試体で得られた最大振幅値および波形エネルギーに対する比として、最大振幅値比および波形エネルギー比をそれぞれ算出した。弾性波入力位置および受振位置は、管内面上部において同一直線上とした。打撃位置は、下水管内面の端部より軸方向に 200mm 内側の点とし、受振位置は、反対側端部より 200mm 内側の箇所とした。

2.3 埋設条件

供試体は、砂(単位体積重量 17.8 kN/m³)を用いて埋設した。管上部の土被り厚は 300mm とした。さらに、本研究では、実際の埋設条件を考慮して、载荷ステップを想定埋設深さ 0, 0.5, 1.0, 1.5 および 2.0 (m)とした。

表-1 に、载荷ステップと载荷荷重およびみかけの土圧の関係を示す。実験では、写真-1 に示すように、鋼板(5 kN/枚)を順次载荷させることにより管に作用する土圧を増加させた。なお、本実験では、供試体が埋設されていない場合(以降、step 0 とする)も比較のために用意し、各 step ごとに弾性波計測を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 健全供試体における埋設前後の比較

図-2 に、健全供試体における step 0, step 1 および step 4

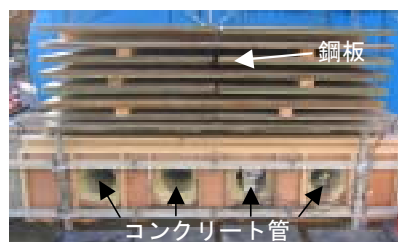


写真-1 鋼板载荷状況

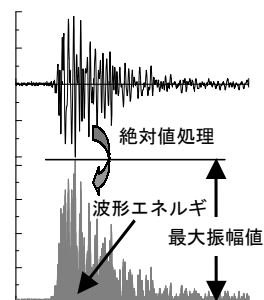
図-1 最大振幅値
および波形エネルギー

表-1 载荷ステップ

	土被り厚 (m)	载荷荷重 (kN)	みかけの土圧 (kN/m ²)
step 0	0	無载荷	0
step 1	0.5	20 (鋼板 4 枚)	8.9
step 2	1.0	60 (鋼板 12 枚)	17.8
step 3	1.5	100 (鋼板 20 枚)	26.7
step 4	2.0	140 (鋼板 28 枚)	35.6

キーワード コンクリート下水管路、衝撃弾性波法、ひび割れ評価、埋設実験、最大振幅値、波形エネルギー

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL 058-293-2470

の受振波形を示す。
この図によると、コンクリート管埋設後（step 1 および step 4）は、埋設前（step 0）の場合と比較して、波形の継続時間が短くなっていることがわかる。また、step 4 は step 1 に比べて、波形の継続時間および振幅値が小さくなっていることがわか

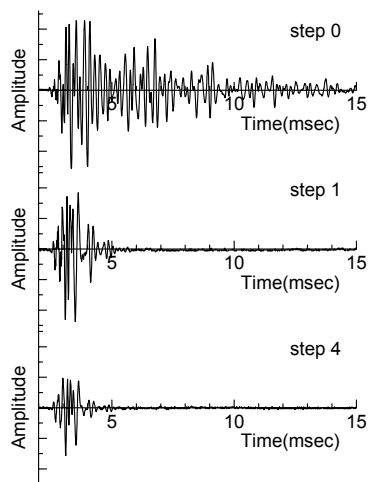


図-2 健全供試体における受振波形

る。このように、コンクリート管が埋設され土圧を受ける場合、受振波形の継続時間および振幅値は、土圧の変化による影響を受けることが確認された。次に、受振波形で確認された傾向を定量的に把握するため、図-3 に、埋設条件下における各 step の最大振幅値比および波形エネルギー比を示す。これによると、いずれのパラメータにおいても、みかけの土圧が大きくなるにしたがい徐々に減少する傾向を示している。これは、土圧が大きくなると、その拘束の効果によりコンクリート管が振動しにくくなることが原因として考えられる。

3.2 埋設状況下におけるひび割れ評価

(1) 最大振幅値比

図-4 に、step 0, step 1 および step 4 における各供試体の最大振幅値比をそれぞれ示す。これによると、まず、step 0 においては、全てのひび割れ供試体において、健全供試体と比較して、最大振幅値比が減少していることがわかる。これは、ひび割れを有する供試体では、打撃により入力されたエネルギーが、ひび割れ部において大きく消散するため受振エネルギーが健全供試体よりも減少し、結果として受振波形の最大振幅値比が小さくなるためと考えられる。一方、step 1 と step 4 も同様の傾向を示している。また、step 1 および step 4 を比較した場合、全てのひび割れ供試体において、土圧の増加に伴う最大振幅値比の減少量の差はほとんどみられなかった。したがって、最大振幅値は、管の埋設状況下においても、埋設前（step 0）と同様、管に存在するひび割れに対して高い感度を有するパラメータであることが明らかとなった。

(2) 波形エネルギー比

図-5 に、step 0, step 1 および step 4 における各供試体について得られた波形エネルギー比をそれぞれ示す。これ

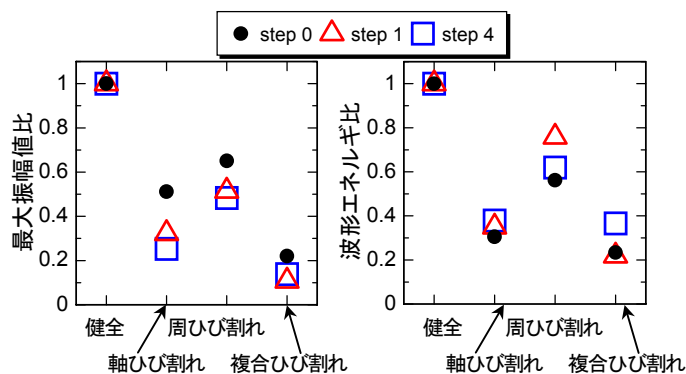


図-4 最大振幅値比

図-5 波形エネルギー比

によると、step 0 において、管にひび割れが存在する場合、健全供試体と比較して、波形エネルギー比が減少していることがわかる。この傾向は、管を埋設した step

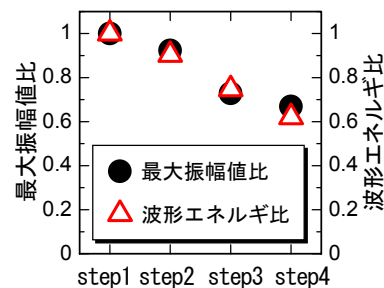


図-3 健全供試体におけるパラメータの変化

1 および step 4 においても同様であった。また、全てのひび割れ供試体において、土圧の違いによる影響は小さいことがわかる。これらの傾向は、最大振幅値比での結果とほぼ一致しており、管の埋設状況下においても、このパラメータを用いたひび割れ評価が可能であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 管を埋設した場合、受振波形は、周囲の拘束の影響を受け、土圧の増加により最大振幅値および波形エネルギーが、減少する傾向を示すことがわかった。
- (2) 最大振幅値および波形エネルギーは、管を埋設した場合においても、管軸および管周方向に存在するひび割れの有無を相対的に評価するのに有効である。また、いずれのパラメータにおいても、ひび割れ評価において土圧の影響は小さいことがわかった。

参考文献

- 1) 皆木卓士，鎌田敏郎，野崎善治，舟橋孝仁：弾性波によるコンクリート下水管路の劣化診断手法に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.1539-1544，2002
- 2) 舟橋孝仁，鎌田敏郎，皆木卓士，浅野雅則：コンクリート下水管路の劣化診断における衝撃弾性波法の適用，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1625-1630，2003