

III-259

ウォータージェットによる埋設管の励振効果

住友金属工業㈱ 正員 和泉 有祐
 大阪府立高専 柳井田 勝哉
 住友金属工業㈱ 小杉 佐内
 住友金属工業㈱ 正員 笠井 隆司

1. はじめに

近年、老朽化した埋設管の補修が必要となる場合が増え、Pipe in Pipe工法などが採用されている。当社では、鋼管直押し推進工法¹⁾のノウハウを生かして長距離の同径入替工法の開発に着手した。その際、既設管引抜き開始時の管と土との摩擦力低減方法がキーテクとなる。そこで、ウォータージェットにより発生するキャビテーションで既設管を励振して摩擦力を低減する方法（図1）を考案し、埋設管の励振実験を行って励振状況を調べたので、その概要を報告する。

2. 実験概要

図1に示す要検討項目の中で、次に示すものについて検討した。

①大きなキャビテーションが得られるホーン型ノズル²⁾（図2、表1）で孔径 d を変えた時の $\phi 318.5\text{mm} \times t6.9\text{mm}$ 鋼管の励振状況（振動加速度と振動数）。

②供試管（表2）のサイズを変えた時の励振状況。

③供試管（ $\phi 318.5\text{mm} \times t6.9\text{mm}$ ）埋設時の励振状況と距離減衰（図3）。

なお、使用したポンプの最大圧力は 150kg/cm^2 、流量は 325L/min である。

3. 結果

(1) ノズルの孔径

ノズルの孔径 d を変えた時の励振状況を図4に示す。いずれの場合も広い範囲の振動数（ $f=0.25\text{kHz} \sim 9\text{kHz}$ ）で振動していることがわかる。また、孔径が 4mm 以上では、バリバリというキャビテーション特有の音が発生し、孔径が 6mm の場合の振動加速度 G が最も大きいので、以下の検討では、このノズルを用いることとした。

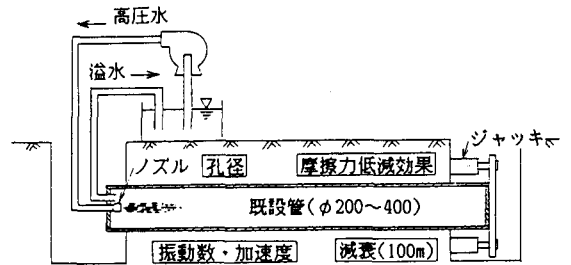


図1 システム概要と要検討項目

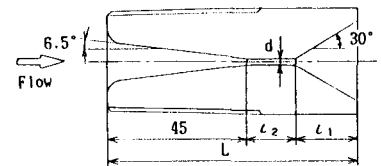


図2 ノズル

表1 ノズルの寸法(mm)

d	L ₁	L ₂	L
1	10	8	63
2	20	16	81
4	40	32	117
6	60	48	153

表2 供試管の種類

外径(mm)	肉厚(mm)
216.3	5.8
318.5	6.9
406.4	7.9
318.5	14.3

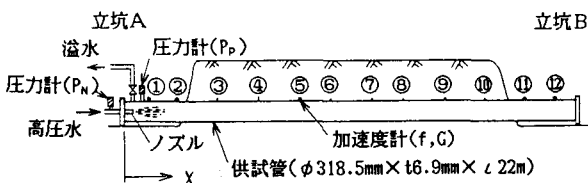


図3 実験概要（埋設時）

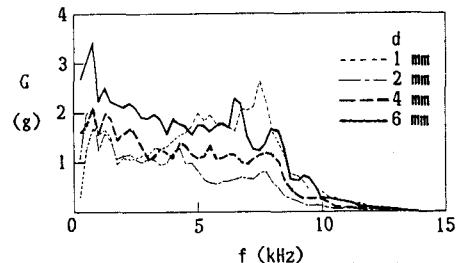


図4 ノズルの孔径と振動加速度との関係（測定位置②）

（2）鋼管のサイズの影響

φ318.5mm×t6.9mm鋼管の地上での振動加速度Gは、図5に示すように、10m程度の距離では減衰がほとんどなく、その平均値は、表3に示すように、5.6g程度である。供試管のサイズが小さくなると、管の剛性が高くなり振動加速度は若干小さくなる。また、φ318.5mm鋼管で肉厚が大きくなると、管の剛性が高くなり振動加速度は小さくなる。

（3）埋設時の励振状況と距離減衰

供試管内の圧力 P_p と測定位置①（立坑B）の振動加速度Gとの関係を図6に示す。この図から、管内の圧力が2kg/cm²程度でなければ、距離減衰が大きくてキャビテーションが立坑Bまで伝わらないことがわかる。

管内の圧力が2kg/cm²の時の各測定位置の振動加速度を図7に、距離減衰の状況を図8に示す。図7より、測定位置②と①では、広い範囲の振動数（ $f=0.25\text{kHz}\sim 9\text{kHz}$ ）で振動しているが、土中の測定位置⑤では、3kHz以上の振動数の振動加速度の減衰の大きいことがわかる。また、図8から、測定位置②と①との間での距離減衰は約-3.4dB（距離17m）であり、100mの距離で-20dB（約1/10）程度と推定される。測定位置⑤では土中に埋設されているため、地上での振動加速度から-4.6dB（約2/3）程度減衰していることがわかる。

4. おわりに

ウォータージェットにより発生するキャビテーションを利用して埋設管を励振する実験を行い、振動加速度は5g程度とかなり大きく、距離減衰は100mで-20dB程度であることが判明し、老朽既設管の同径入替工法に適用する目途を得た。今後は、これらの結果の詳細検討を行うとともに、老朽既設管を励振して摩擦力の低減効果を検討する予定である。

参考文献

- 1) 和泉、他：二工程方式小口径推進工法における推進抵抗、土木学会第41回年次学術講演会 III-418
- 2) 柳井田、他：ホーン型ノズルによる水中ジェットのキャビテーション効果、3rd U.S Water Jet Conf.

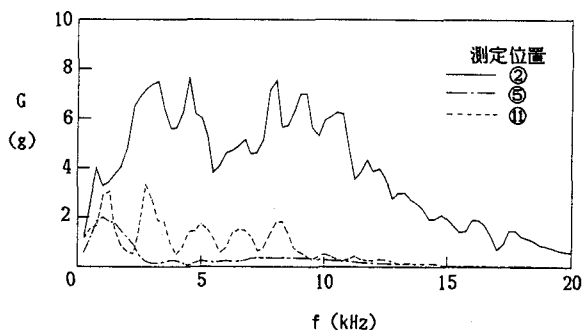


図7 埋設時の振動加速度

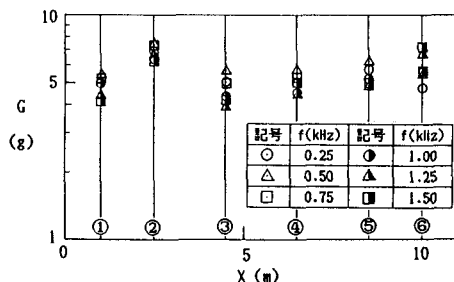


図5 地上での距離減衰

表3 平均振動加速度

外径(mm)	肉厚(mm)	G (g)
216.3	5.8	4.4
318.5	6.9	5.6
406.4	7.9	5.8
318.5	14.3	3.0

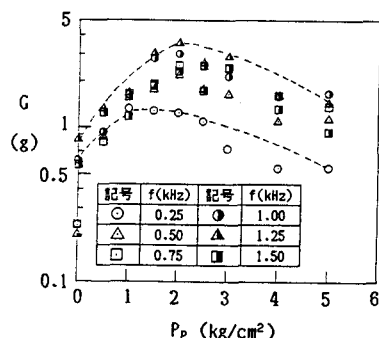


図6 管内圧力と振動加速度との関係（測定位置①）

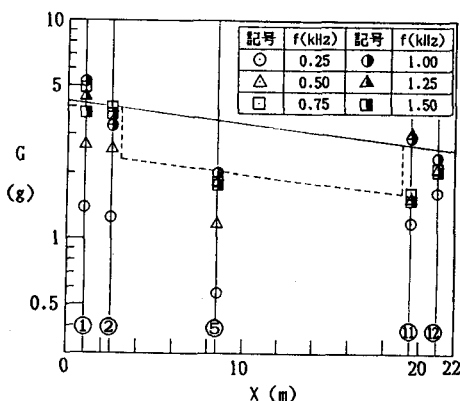


図8 埋設時の距離減衰