

AE 法によるモデルパイプラインに発生させた圧力波の特性評価に関する研究 Characteristics Evaluation of Detected Pressure Wave in the Model Pipeline using AE

○加辺文郎*・鈴木哲也**

Fumio KABE* and Tetsuya SUZUKI**

1 はじめに

上水道や産業用水(工業, 農業)など内水圧を送水に利用した送配水システムにおいて, 水撃作用を適切に管理・除去することはパイプラインシステムの保全において重要な課題である。水撃作用の検討には, 非定常流況解析に代表される解析的取り組みが中心であったが, 施設管理の高度化には解析的検討に加えて実構造物における非破壊計測法の開発が急務な課題となっている。

本研究では, 水撃作用の高精度な非破壊検出法を開発することを目的に, 制水弁閉塞時に発生する圧力波をモデルパイプラインに設置した圧力計で同定するとともに, 弾性波法の一つである AE(Acoustic Emission)法による管外面からの同定と, デジタル画像相関法による非破壊・非接触同定を試みた。非破壊同定結果は, 特性曲線法による非破壊同定結果との比較検証を行い, 実験的検討と解析的検討との比較検証を行った。

2 実験方法

モデルパイプラインは硬質塩化ビニル管により構築した(図 1)。延長約 5m, 管径 50mm である。送水方法はポンプにより下方に設置した貯水槽より上方の貯水槽へ送水し, 配管内に給水する。貯水槽から約 5m 地点に制水弁を設置した。制水弁は手で閉塞させた。本実験は, 10 ケースの制水弁閉塞時間(0.45~10 秒)において計測を行った。計測には, 制水弁閉塞時の圧力波を AE 法とデジタル画像相関法を用いて同定するとともに, 水圧計を 2 か所に設置して内水圧の計測を行った。

AE 計測は制水弁から流入側へ 4 か所で行った。制水弁横に既設された圧電素子型水圧計付近から右方へ CH1, CH2, CH3 とし, フランジを超えて CH4 とした。計測時のしきい値は 40dB に設定し, 検出波の増幅を 60dB とした。使用した AE センサは 150kHz 共振型センサである。デジタル画像相関法は, 制水弁急閉塞に伴い発生する圧力波が引き起こす

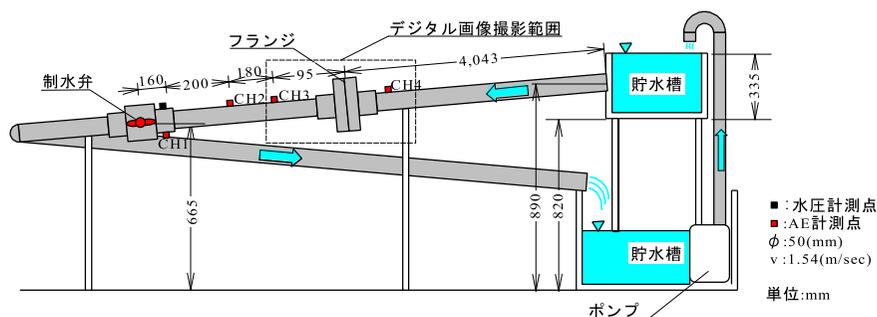


図 1 モデルパイプラインの概要 Experimental set up for model pipeline test.

*群馬県 Gumma prefectural government **新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: AE 法, デジタル画像相関法, パイプライン

管材変形を同定することを目的に用い、計測は100Hzで行った。

3 結果および考察

1) 制水弁閉塞時に発生した圧力波特性

モデルパイプラインに発生した圧力波は、制水弁閉塞時間が1秒以下の場合、明確なピーク値を有する時系列波形が確認され、制水弁閉塞時間が1秒以上の場合、緩やかな内水圧の上昇が確認された。最大動水圧は152.6kPa(制水弁閉塞時間:0.61秒)、最小動水圧は9.9kPa(制水弁閉塞時間:10秒)を計測した。圧力波の波形形状は、制水弁の閉塞速度により明らかに異なりその特性が明確に相違すると予想された。

2) 圧力波に起因するAEの特性評価

計測により検出した弾性波は、AEパラメータ(カウント数, AEエネルギーおよび信号継続時間)により評価した。検討の結果、各AEパラメータは、圧力波が到達した前後でその特性が明確に相違していることが確認された(図2)。この原因は、圧力波の伝播に伴い配管内から検出される弾性波の特性が明らかに相違したためと考えられる。圧力値とカウント数に正の相関($R^2=0.862$)が確認され、他の指標値も同様の傾向が確認された。

3) デジタル画像相関法による最大水圧発生時の管体変位量評価

デジタル画像相関法により撮影した画像データから、Z軸方向における0.1秒ごとの変位量 W を算出した。検討の結果を開始した10秒で約-0.15mmの変位を確認した(図3)。制水弁を操作しなかった場合は0.05mm以上の変位は確認されず、静水状態で制水弁の閉塞を行った場合は0.03mm以上の変位は確認されなかった。これらのことから、図3における立ち上がりは、制水弁閉塞により発生した圧力波に起因する現象であると考えられる。

4) 非定常流況解析

非定常流況解析を実施し、圧電素子型水圧計における計測結果との比較検討を行った。その結果、解析値と実験値との正の相関(近似直線 $y=0.433x+51.899$, 相関係数 $R^2=0.757$)が確認され、解析的視点において上記評価手法の有効性が確認された。

4 まとめ

本研究では、パイプラインの制水弁閉塞時に発生する圧力波を対象に、AE法とデジタル画像相関法によりその特性を評価した。その結果、各パラメータの制水弁閉塞時における明確な変化が確認され、水撃作用の非破壊・非接触同定が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 社団法人日本非破壊検査協会：アコースティック・エミッション試験Ⅰ，2006.
- 2) 社団法人日本非破壊検査協会：アコースティック・エミッション試験Ⅱ，2008.
- 3) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準設計「パイプライン」基準書技術書，pp.235-252，1998.3.

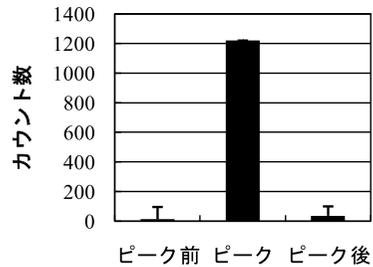


図2 圧力波到達前後のカウント数

Comparison of detected AE in different pressure wave conditions.

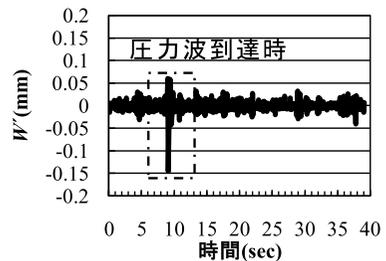


図3 W の時系列変化

Characteristics of time series variation of W .