

動的載荷過程における DICM 精度の振動ノイズ処理による改善

Improvement of DICM Quality in Dynamic Loading Process by Vibration Noise Reduction

○五十嵐司*, 小西彩加**, 木村匡臣***, 浅田洋平****,
島本由麻*****, 鈴木哲也*****

○Tsukasa IKARASHI*, Ayaka KONISHI**, Masaomi KIMURA***, Yohei ASADA****,
Yuma SHIMAMOTO***** and Tetsuya SUZUKI*****

1. はじめに

パイプラインは水撃圧に代表される非定常流況過程において管軸方向と周方向に応力場の影響を受けて変形する。筆者らはデジタル画像相関法(以降 DICM と記す)を用いた三次元画像解析による管体挙動の同定方法についての検討を行っている¹⁾。既往研究では、欠損を施したモデルパイプラインを対象に、水撃圧により均一な応力場を形成し、三次元画像解析による管体挙動の同定を試みた。その際、解析結果に管体振動の影響が確認された。本報では、振動ノイズ処理により管体振動の除去を行い、三次元画像解析精度の改善を試みた結果を報告する。

2. 実験・解析方法

実験対象施設は管路延長 900.43 m, 内径 24.2 mm, 外径 27.2 mm, 管種はステンレス鋼(SUS304)である。下流から 1.77 m 上流に圧力計を、下流から 24.43 m 上流にき裂を長さ 50 mm のスリットにより模したモデル管体を設置した。圧力計のサンプリング周波数は 1 kHz とした。下流端には電磁弁が取り付けられ、弁の閉塞は急閉塞の条件が成り立つ。実験は下流末端弁の閉塞により圧力波を発生させ、モデル管体に対し可視画像計測を行

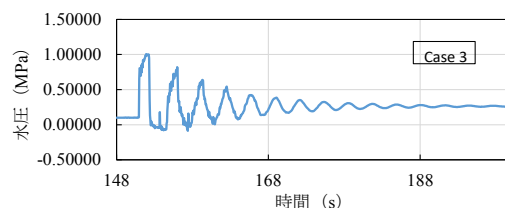
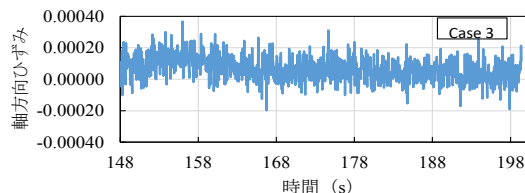


Fig. 1 水圧の時系列データ (Case 3)

Fig. 2 軸方向ひずみの時系列データ (Case 3)
(DICM 無処理データ)

った。スリット深さ条件を 0.5 mm と 1.0 mm の 2 条件, 最大水圧を 0.52 MPa, 0.67 MPa および 0.85 MPa の 3 条件とし, Case 1 から Case 6 の 6 ケースを設定した。ステレオ撮影で得た画像に対し DICM による三次元画像解析を行い, 管体表面の変形量を解析的に求めた。撮影時のフレームレートは 20 Hz とし, 解析条件はサブセット長 51×51 Pixel, ステップサイズ 5 Pixel とした。スリット深さ 0.5 mm, 最大水圧 0.85 MPa である Case 3 の水圧の時系列データを Fig. 1 に, 画像解析により得られた同ケースの軸方向ひずみの時系列データを Fig. 2 に示す。

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

**新潟県(旧新潟大学農学部) Niigata Prefectural Government

***近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University

****農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

*****北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

*****新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: パイプライン, 非定常流況, 動的載荷過程, 画像解析, 非破壊検査, ノイズ処理

3. 結果および考察

3.1 軸方向ひずみの周期性の観測

軸方向ひずみの変化は水撃圧による圧力上昇時と圧力低下時の管体変形過程に従って周期性を持つと考えられる。周期性の有無を確認するため、軸方向ひずみ、水圧および時間の関係を Fig. 3 に示す。本図は、無処理の軸方向ひずみデータを用いた。検討の結果、水圧とひずみの減衰過程は確認されたがひずみの値の変化に周期性は確認されなかった。

3.2 移動平均による管体振動の除去

Fig. 2 の軸方向ひずみデータに対し、移動平均により管体振動の除去を試みた。データ処理は 15 データ (0.75 秒間) 毎に平均値を算出し、これを 15 期移動平均後ひずみデータとして、Fig. 3 と同様の処理を行った。計測時間 170.0~175.3 sec の時間帯を拡大した解析結果を Fig. 4 に示す。同図では水圧の上昇時と低下時においてひずみの周期的な変化が確認された。

3.3 ローパスフィルタ処理による管体振動の除去

使用したモデルパイプラインの固有振動数は配管構造より 4.47 Hz であり、水圧起源の振動数は 0.31 Hz である¹⁾。無処理のひずみ時系列データ (Fig. 2) に対し、1.00 Hz 以上にローパスフィルタ処理を行い、管体振動の除去を試みた。計測時間 170.0~175.3 sec の時間帯を拡大した解析結果を Fig. 5 に示す。同図において、スムーズなひずみの周期的変化が確認された。

4. おわりに

本報では、取得データの振動ノイズ処理による DICM 解析精度の改善を検討した。その結果、移動平均とローパスフィルタ処理の両ケースにおいて、水撃圧による動的載荷過程における管体ひずみの周期的な変化が明確

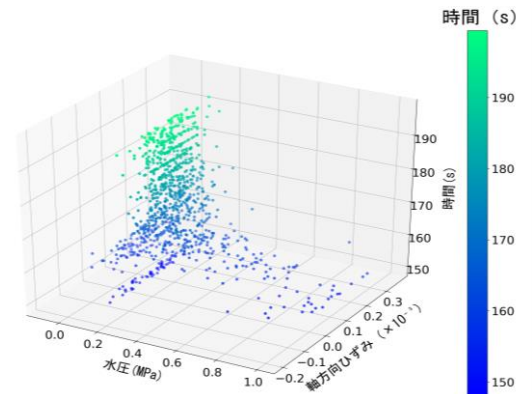


Fig. 3 軸方向ひずみと水圧、時間の関係 (全体図)

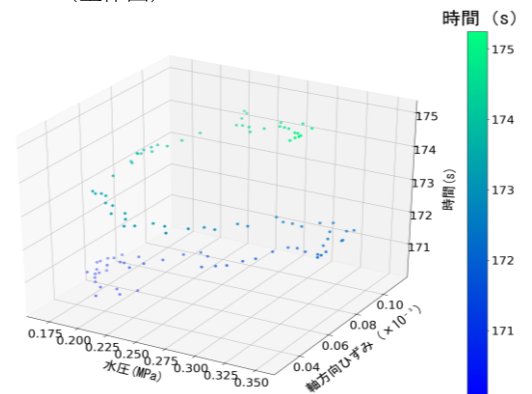


Fig. 4 移動平均後の軸方向ひずみを用いた解析結果 (170.0~175.3 sec 拡大図)

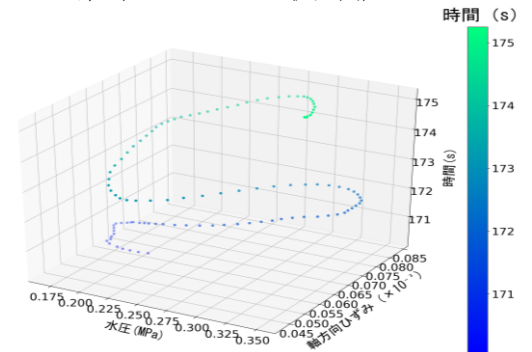


Fig. 5 ローパスフィルタ処理後の軸方向ひずみを用いた解析結果 (170.0~175.3 sec 拡大図)

に同定された。このことから、外乱の多い実環境での計測においても本手法により高い精度で管体の応力場が評価できると考えられる。したがって、移動平均およびローパスフィルタ処理による DICM のさらなる精度改善の可能性が示唆されたものと考えられる。

引用文献

- 1) 斎藤真歩, 小峯悠汰, 鈴木哲也, 浅田洋平, 木村匡臣, 安瀬地一作: 水撃圧作用を利用したモデルパイプラインの応力場同定に関する研究, 2020 年度農業農村工学会全国大会要旨, 2020.