

AE 源位置標定と画像解析の応用による鋼矢板-コンクリート複合材の曲げ載荷挙動の同定

新潟大学自然科学系（農学部） 正会員 ○鈴木 哲也

1. はじめに

農業用排水路に普及する鋼矢板護岸の腐食を踏まえた長寿命化対策として、筆者らは既設鋼矢板の表面にコンクリートを被覆する表面保護工法を提案している¹⁾。既往の研究²⁾では、鋼矢板-コンクリート複合材（以下、「複合材」という）の曲げ載荷試験による力学特性を変位計測と AE（Acoustic Emission）計測から検証し、鋼矢板の単材に対する複合材の最大変位量の低減効果を確認した。しかし、複合材において、腐食による経年劣化が認められる既設鋼矢板を用いた複合材と未使用の鋼矢板を用いた複合材で変形挙動が異なる結果を得た。

そこで本報では、デジタル画像相関法（DICM）と AE 法を用いて複合材の曲げ載荷特性を更に検討を行った。DICM では、鋼矢板単材の面的な変形特性を解析した。また、複合材の破壊挙動に鋼矢板の変形特性が及ぼす影響について、複合材の AE 源位置標定から検証を試みた。

2. 試験方法

供試体は鋼矢板 2 枚 1 組の幅 0.7 m、長さ 1.5 m として、表 1 および図 1 に示す 4 ケースを作製した。既設鋼矢板は供用 30 年経過した水路より採取した。複合材のコンクリートは、プレキャスト残存型枠（厚さ 30 mm）を含めて厚さ 125~275 mm、設計基準強度は 18 N/mm² である。

曲げ載荷は、載荷スパン 0.8 m の片持ち梁形式とした。荷重条件は、供試体に作用するモーメントから表 2 に示す載荷レベルを設定した。載荷方法は繰り返し載荷とし、各載荷レベルで 3 回の載荷を繰り返した。

画像計測は、鋼矢板単材の Case 1 および Case 2 について実施した。図 2 に示すように載荷スパンの鋼矢板表面を 2 台の CCD カメラを用いて撮影し、3次元の変形解析を行った。AE 計測は、共振型の AE センサを供試体の表面に 8 センサ配置した（図 1）。

3. 試験結果

3.1 DICM 解析結果

鋼矢板単材 Case 1 と Case 2 の載荷レベル 35 kN・m における載荷方向（Z 軸）の変位量分布を写真 1 に示す。

写真 1 の A 部（凸部）と B 部（凹部）における最大変位量を算出した結果、Case 1 では A 部が 19.6 mm、B 部が 18.9 mm で両部位の変位量の差は 0.7 mm であった。一方、Case 2 では A 部が 15.7 mm、B 部が 13.7 mm で両部位の変位量の差は 2.0 mm であった。この結果から、Case 1 と Case 2 で変形挙動が異なることが確認された。Case 1 は鋼矢板 2 枚 1 組の凸部と凹部でほぼ同様の変位量を示しているが、Case 2 では凸部と凹部の変位量に差が生じており、鋼矢板同士のずれの発生が示唆された。

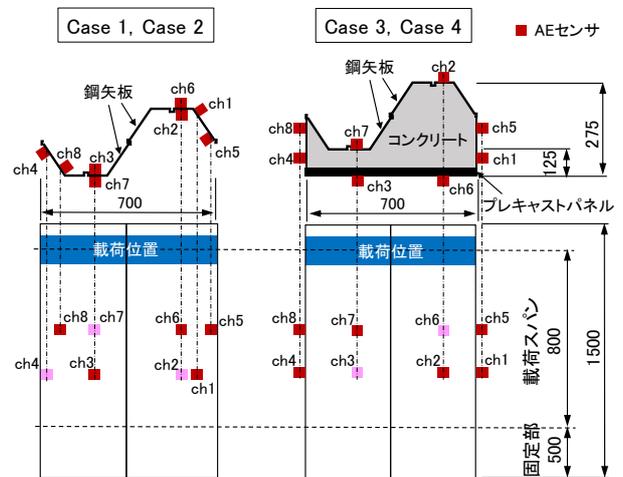


図 1 供試体形状図

表 1 供試体の種類

ケース	材料構成	鋼矢板厚さ
Case 1	既設鋼矢板(単材)	4.2~6.1mm
Case 2	未使用鋼矢板(単材)	6.0~6.1mm
Case 3	既設鋼矢板-コンクリート(複合材)	4.2~6.1mm
Case 4	未使用鋼矢板-コンクリート(複合材)	6.0~6.1mm

表 2 荷重条件

載荷レベル	1	2	3	4	5	6	7
モーメント(kN・m)	18	22	27	31	35	39	43

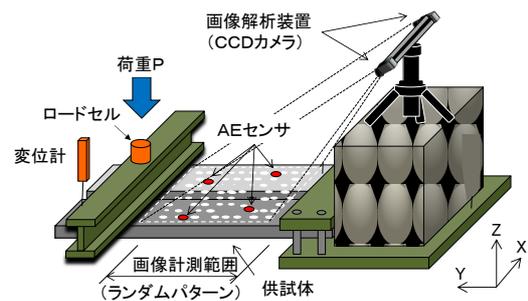


図 2 試験概要図

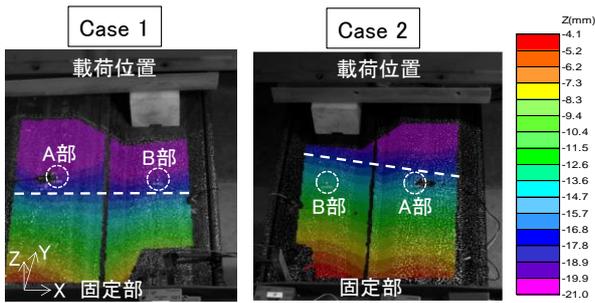


写真1 変位量分布図 (Z軸, M=35 kN・m)

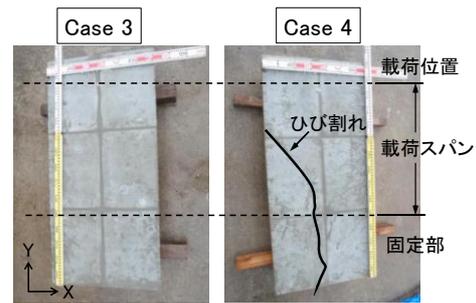


写真2 コンクリートのひび割れ状況

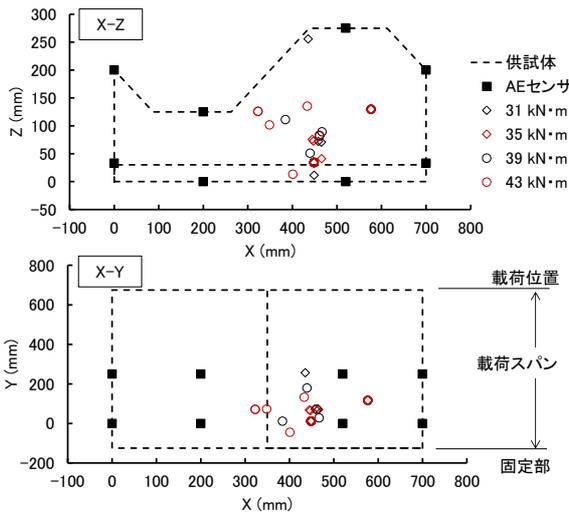


図3 AE源位置標定 (Case 3)

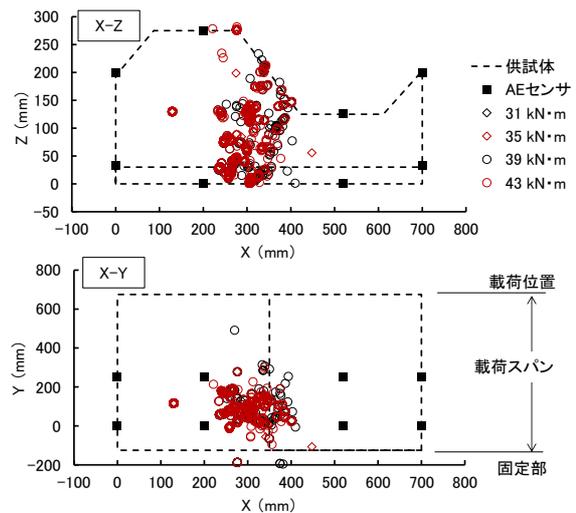


図4 AE源位置標定 (Case 4)

写真2は、載荷レベル43 kN・mの載荷後、更にモーメント66 kN・mまで載荷した複合材Case 3とCase 4のコンクリートのひび割れ状況である。Case 4のコンクリート表面中央部に長手方向 (Y軸) へ伸びるひび割れ (幅0.2 mm) が確認された。ひび割れは、DICM解析によって確認されたCase 2の鋼矢板継手のずれの影響が推察され、この結果を踏まえて複合材のAE源位置標定を試みた。

3. 2 AE源位置標定

複合材 Case 3 および Case 4 の AE 源位置標定結果を図3, 図4 に示す。Case 4 の AE 源に着目すると、断面分布 (X-Z) は鋼矢板の継手位置 (X=350 mm) 付近のコンクリート部および鋼矢板との界面に集中した。また、平面分布 (X-Y) は載荷スパンの固定端に近い位置 (Y=0~200 mm) に AE 源の集中が見られた。AE 源の分布位置は、写真2のコンクリートのひび割れ付近で、尚且つ、鋼矢板継手付近に位置していることが確認された。この結果より、曲げ載荷による鋼矢板継手のずれを伴う変形が複合材のコンクリートの破壊挙動に影響を与えていることが示唆された。

4. まとめ

本報では、コンクリート - 鋼矢板複合材の曲げ特性の検討を鋼矢板単材の DICM 解析と複合材の AE 源位置測定から試みた。この結果を以下に示す。

- (1) 鋼矢板単材において、腐食鋼矢板と未使用鋼矢板で変形挙動が異なり、未使用鋼矢板のずれ変形を確認した。
- (2) AE 源位置標定の結果、ずれ変形が確認された未使用鋼矢板の複合材において、コンクリートにひび割れが発生した鋼矢板の継手部付近で AE 源の分布が見られた。鋼矢板継手のずれ変形が複合材のコンクリートの破壊挙動に影響を与えていることが示唆された。

参考文献

- 1) 鈴木哲也ほか: 鋼矢板 - コンクリート複合材による農業用排水路の保全, 農業農村工学会誌, Vol.81 (10), pp.819-822 (2013)
- 2) 長崎文博ほか: 既設鋼矢板にコンクリート被覆を施した複合材の曲げ載荷挙動に関する実験的研究, 第67回セメント技術大会講演要旨, pp.264-265 (2013)