

## 供用中の開水路で取得した荷重－変形量のデータ精度についての検討 Study on the accuracy of load and deformation data obtained from open channel in service

○三村雪乃\*, 兵頭正浩\*\*, 緒方英彦\*\*\*, 石井将幸\*\*\*\*, 別當欣謙\*\*\*\*\*, 金子英敏\*\*\*\*\*

MIMURA Yukino, HYODO Masahiro, OGATA Hidehiko, ISHII Masayuki, BETTO Yoshinori  
and KANEKO Hidetoshi

### 1. はじめに

現在日本にある農業水利施設の多くは老朽化が進行しており、適時適切な補修・補強を行っていく必要があるが、農業用コンクリート開水路に関しては、構造的耐力（力学的安全性能）を評価する技術は十分でない<sup>1)</sup>。そこで、著者らは農業用コンクリート開水路の構造的耐力を直接的に評価する手法として水路壁載荷法を提案している。供用中の開水路に本手法を適用し取得したデータには、ばらつきがあると判明した。このばらつきは、側壁の摩耗などの経年劣化や装置と側壁のかみ合わせが要因であると考えられる。ばらつきも考慮したうえで、取得データから構造的耐力を評価する基準を確立する必要がある。本報では、供用中の開水路に本手法を適用し取得したデータから今後どのデータを用いて評価すべきであるのかを検討するため、取得したデータが同じ群に属するのかを統計的に判別し、データ精度を向上させるために、ばらつきを小さくする処理について検討を行った。

### 2. 水路壁載荷法

#### 2.1 水路壁載荷法の概要

水路壁載荷装置の概要を図1に示す。本装置は水路の側壁天端に設置し、水路壁内面と外面から載荷する内面載荷・外面載荷を行うことができる。与えた荷重は装置に内蔵したロードセルで測定し、水路壁の変形量は装置とは別に接触式変位計を設置して水平変形量を測定する。本手法では、得られた荷重－変形量の近似直線の傾きから構造的耐力を評価していく。

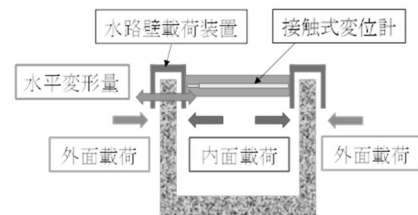


図1 水路壁載荷装置の概要

Fig. 1 The Image of Channel Wall Loading Method

#### 2.2 測定場所

福島県A水路，新潟県S水路，岐阜県U水路にて測定を行った。いずれの現場も，現場打ち鉄筋コンクリート開水路で1スパン9m，築年数は30年を超過している。目視調査で変状を確認できなかった健全部において測定を行った。装置はスパンの長手方向中央部に設置し，外面載荷を繰返し3回最大5kNまで載荷した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 取得データが同じ群に属するのかについての検討

福島県で取得した荷重－変形量の関係を図2に示す。これまでに取得したデータのばらつきなどを考慮すると，1回目は2・3回目とは異なるグループに分類され，2回目と3回目は同一のグループに分類されると考えている。そこで，統計的観点から取得したデータ

\*鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University \*\*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*\*鳥取大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, \*\*\*\*島根大学学術研究院環境システム科学系, Institute of Environmental Systems Science, Shimane University, \*\*\*\*\*株式会社栗本鐵工所, KURIMOTO, LTD., \*\*\*\*サンコーテクノ株式会社, SANKO TECHNO.CO, LTD. 水路壁載荷法, 鉄筋コンクリート開水路

が同じグループに属するのかをウイルクスの  $\Lambda$  統計量を用いて検定を行った。  $\Lambda$  統計量はグループ間の変動を表す量 ( $0 \leq \Lambda \leq 1$ ) であり、0 に近いほどグループ間に差があることを示す。そのため「仮説  $H_0$  : 2 つのグループ間に差はない」に対し、ウイルクスの  $\Lambda$  を使った検定統計量  $F_0$  が自由度  $F(2, N_1+N_2-3)$  の  $F$  分布に従うことから、

$$F_0 = \frac{N_1 + N_2 - 3}{2} \times \frac{1 - \Lambda}{\Lambda} \geq F_{(2, N_1+N_2-3)}$$

であれば有意水準  $\alpha (=0.05)$  で仮説  $H_0$  を棄却する。どの測定現場においても載荷 1 回目と 2 回目、1 回目と 3 回目、2 回目と 3 回目を比較した場合、ウイルクスの  $\Lambda$  の最小値はそれぞれにおいて 0.087, 0.102, 0.706 となっており、2 回目と 3 回目を比較した場合に最もグループ間の差が小さいことを確認できた。次に、検定統計量  $F_0$  を求めると、どの場合においても  $F_0 \geq F(2, N_1+N_2-3)$  となり棄却された。そのため、実務的に 2 回目と 3 回目が同一のグループであると考えていたが、統計的には別のグループであることが示された。ただし、現状として実現場で取得するデータの精度は高いものであり、これ以上の精度をさらに期待することは効率的ではないと考える。そのため、1 回目と 2・3 回目は異なるが、2 回目と 3 回目が同じグループになるような取得データの現状に沿った客観的な指標を確立するために、ほかの検定の導入や、有意水準の範囲について検討を進める予定である。

### 3.2 ばらつきを小さくする処理についての検討

現状における統計処理では、2 回目と 3 回目が異なるグループと判断されたが、現場で繰り返しデータを取得した傾向から、両者は同じグループに属していると仮定することが適切であると考え。そこで、

2 回目と 3 回目の荷重—変形量の傾きのばらつき（以下、ばらつきという）を小さくするためのデータ処理を検討する。表 1 に 0~5kN で取得したばらつきと、取得データ全体に対する中間部約 3 分の 1 の範囲（荷重範囲：1.5kN~3.5kN）に限定したばらつきを示す。新潟県と岐阜県で取得したデータはばらつきが 5%にまで低下したが、福島県においては 10%にまで上昇した。そのため、全体のデータのばらつきが 5%未満である場合は範囲を限定するとばらつきが大きくなる可能性が示唆された。また、全体のデータと範囲を限定した場合のどちらにおいても最大値は約 10%であるため、今後劣化判断基準を作成していくにあたって、測定による 10%程度の誤差を考慮して検討していく必要があると考える。

## 4. まとめ

今回は、供用中の開水路に本手法を適用した場合に得られたデータ精度について検討を行った。その結果、実務的に同じグループと考えられていた載荷の 2 回目と 3 回目は統計的には異なるグループであった。また、供用中の開水路で取得したデータの 10%程度のばらつきは測定による誤差と考える。

**参考文献** 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室 (2015) : 農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案) 2) 石村貞夫 : すぐわかる多変量解析, 東京図書, pp140-143, 1992

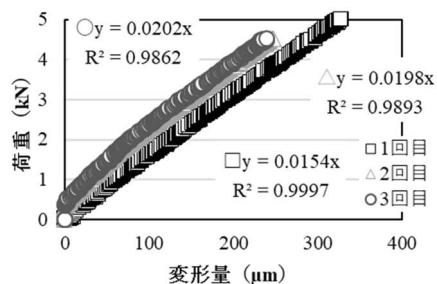


図 2 福島県における荷重—変形量  
Fig. 2 Load and Deformation at Fukushima

表 1 データ処理前後のばらつき  
Table 1 Dispersion of data

2 回目と 3 回目の差 (%)	福島	新潟	岐阜
全体 (0~5kN)	4.06	6.07	9.38
範囲限定 (1.5~3.5kN)	10.32	4.78	4.97