

### 異なる地域の開水路を対象にした荷重-変形量の傾き評価

## Assessment of Load-Deformation Slopes for Open Channels in Different Regions

○別當欣謙\*, 竹田誠\*, 金子英敏\*\*, 兵頭正浩\*\*\*, 石井将幸\*\*\*\*, 緒方英彦\*\*\*\*\*

○BETTO Yoshinori, TAKEDA Makoto, KANEKO Hidetoshi, HYODO Masahiro, ISHII Masayuki and OGATA Hidehiko

### 1. はじめに

「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)」(平成 27 年 4 月, 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室)では,「開水路の補強は,主に開水路の構造的耐力(力学的安全性能)について回復又は向上させることを目的として行うものであるが,現時点において構造的耐力に関する技術は十分な知見が得られていないことから,本書では補強に求められる性能は規定していない。」と記述されている<sup>1)</sup>. 著者らはこの背景のもと,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<sup>2)</sup>. これまで構造的耐力の評価基準作成に向け室内実験を中心に検証を行ってきたが,実用化にあたり室内試験だけでなく現場試験での検証が求められる. 装置を用いた機能診断の評価基準として Fig.1 に示すような機能診断評価図を作成するためには,現地水路における測定データによる検証が必要となる. そこで本報では,供用中の 3 つの開水路にて測定を実施し得られた知見をまとめたので報告する.

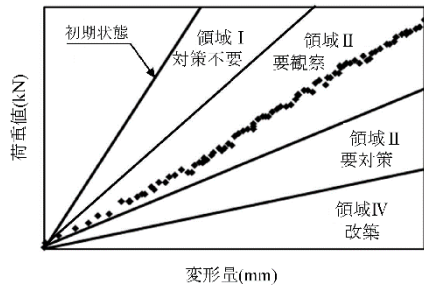


Fig.1 機能診断評価図(案) Functional diagnostic evaluation graph (draft)

### 2. 試験概要

#### 2.1 試験方法

水路壁載荷装置は Fig.2 に示すとおり, 両端のクランプにて側壁頂部に固定し装置を伸縮させて載荷したときの荷重値と変形量をロードセルと変位計にて読み取るものである. 得られた荷重値-変形量の傾きから水路躯体の剛性を求め耐力を評価する. なお側壁を外側に押し広げる内面載荷と, 内側に引き込む外面載荷の 2 種類の載荷法にて評価することができる. 本試験では, 一般に躯体の弾性域である 5kN を載荷値の上限として, 内面載荷と外面載荷を連続的に繰り返し 3 回測定した. なお, 載荷位置はスパンの中心とした.

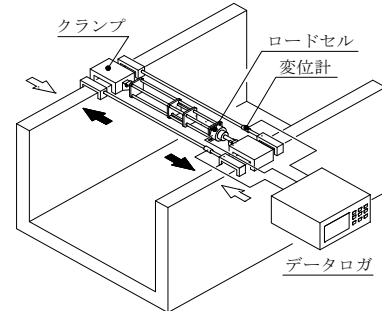


Fig.2 水路壁載荷装置 Channel Wall Loading Equipment

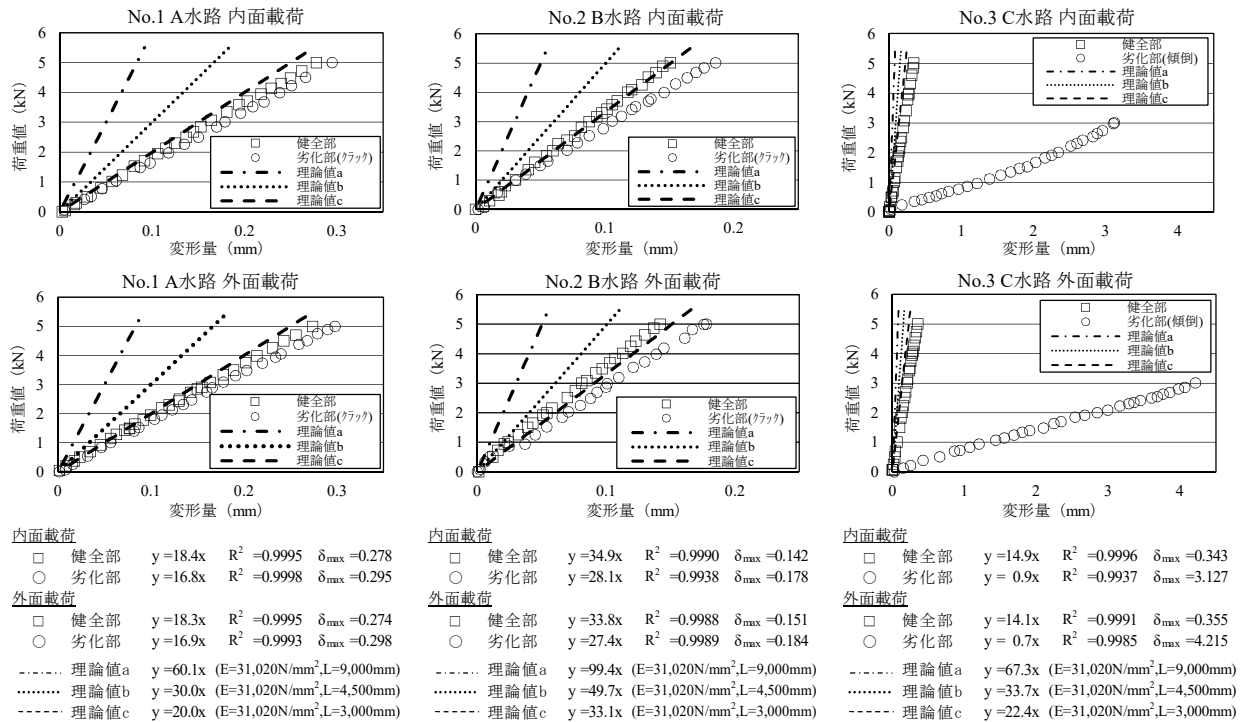
#### 2.2 試験場所及び測定箇所の選定

試験場所の概要を Table 1 に示す. 試験場所は供用開始から 30 年以上が経過している現場打ち水路を選定した. 各水路の供用範囲において外観を確認した結果, いずれの水路も躯体表面が全体的に摩耗しており, 一部せん断ひび割れの発生が確認された. 各水路の外観確認結果により, ひび割れ等の変状がなく相対的に健全と考えられる箇所(健全部)及び変状が確認された箇所(劣化部)を測定箇所として選定した. A 水路及び B 水路では, 躯体表面にひび割れが発生している箇所を劣化部として選定した. また, C 水路では水路側壁が内側に約 40mm の大きさで傾倒している箇所を劣化部として選定した. C 水路の劣化部では測定により傾倒が進行する可能性を考慮し載荷値上限を 3kN までとした.

Table 1 調査水路概要 Overview of survey channels

No	1	2	3
名称	A 水路	B 水路	C 水路
場所	福島県	新潟県	岐阜県
築造年数	40年	30年	35年
スパン長	L 9,000mm	L 9,000mm	L 9,000mm
内空寸法	H 950mm W 1500mm	H 1000mm W 1550mm	H 900mm W 1500mm
壁厚	130mm	150~200mm	150mm
ハンチの有無	無	有	無
劣化部の変状	躯体表面のひび割れ	躯体表面のひび割れ	側壁の傾倒

\*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. \*\*\*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, 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 \*\*\*\*\*鳥取大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, キーワード: 水路壁載荷法, 開水路, 維持管理



y: 線形回帰式,  $R^2$ : 決定係数,  $\delta_{max}$ : 最大変形量(mm)

Fig.3 各開水路の荷重値-変形量の関係  
Load-deformation relationship of open channel

### 3. 測定結果

各水路における荷重値と変形量の関係図を Fig.3 に示す。ひび割れを確認した A 水路では健全部に対して劣化部の傾きが約 10%小さくなり、最大変形量は 6~9%の範囲で増加した。B 水路では健全部に対して劣化部の傾きが 20~25%の範囲で小さくなり、最大変形量は約 20%増加した。C 水路では、健全部、劣化部における傾きが内面載荷 14.9kN/mm, 0.9kN/mm, 外面載荷 14.1kN/mm, 0.7kN/mm となり、差異が表れた。最大変形量は健全部では約 0.35mm であったが劣化部では 3~4mm と 10 倍以上の値となった。クラックが水路躯体を貫通している可能性が高いと考えられる。また、図中の理論値 a, b, c は側壁の有効長さ L をそれぞれ 9.0m (スパン長), 4.5m (スパン長の 1/2), 3.0m (スパン長の 1/3) として理論計算式<sup>2)</sup>により求めた値を示す。静弾性係数は、過去に行った材料試験で得られた圧縮強度から算定した<sup>3)</sup>。傾きから判断して 9.0m にて計算した理論値 a は測定結果に対してかい離があり、3.0m にて計算した理論値 c では測定結果に近い値となった。これはスパン全体が変形していないためであると考えられる。適正な有効長さ L の設定に関して詳細は今後検討する。

### 4. まとめ

水路壁載荷法により開水路の構造的耐力を評価した結果、得られた知見を以下に示す。

- 1) 躯体表面にひび割れが発生している A 水路及び B 水路の劣化部では健全部に比べてグラフの傾きが 10~20%小さくなる傾向が確認された。
- 2) C 水路では水路側壁に傾倒が発生している箇所の変形量が 10 倍以上大きくなった。クラックが躯体を貫通している可能性が高いと考えられる。
- 3) スパン長の長い現場打ち水路では側壁全体が変形していないと考えられるため、理論値の計算にあたり有効長さ L の適正值を設定する必要がある。

現地測定により様々な状態の水路にて調査データを蓄積することで、躯体異常を検知する手法として活用できると考える。今後も本手法の実用化を目指し、現地水路での測定データの蓄積、検証を継続する。

#### 引用文献

- 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) 藤本光伸, 兵頭正浩, 石井将幸, 清水邦宏, 緒方英彦 (2019): 水路壁載荷法によるコンクリート開水路の構造的安全性評価手法の開発, コンクリート二次製品のフリュームを用いた水路壁載荷法の基礎的研究 - 農業農村工学会論文集, No.308 (87-1), pp.1 123~1 129
- 3) 土木学会 (2022): コンクリート標準示方書 (設計編)