

# 階段式魚道で発生した横波の抑制に関する一方策

アジア航測株式会社 ○片桐 睦・佐野 滝雄  
岐阜県八幡土木事務所 真鍋 秀樹・宇野 真也

## 1. はじめに

切欠の無い隔壁を全幅越流する階段式魚道は、越流頂で生じる圧力変動により、プール内で周期的な水面振動（横波）が発生しやすいことを指摘されている<sup>1)2)</sup>。階段式魚道で生じる横波については、原らが横波の発生条件を1/10実験水路で検討し、階段式魚道を計画する際の配慮事項を整理している<sup>3)</sup>。実際に設置された魚道については、和田らが河川下流域に設置された幅の広い（幅5.1m）階段式魚道で発生した横波について、水理的な解析と共に、魚道隔壁の一部に非越流部を設けたアイスハーバー型へ改良し、横波が制御できることを報告している<sup>4)</sup>。しかし、渓流域に設置される幅の小さい魚道について、実際の魚道で発生した横波を制御した例は報告が少ない。今回は幅1.5mの魚道で発生した横波を制御するために、実際の魚道を用いていくつかの試みを行ったので結果を報告する。

## 2. 調査概要

調査を行ったのは、長良川支流の吉田川の岐阜県郡上郡明宝村に位置する三原砂防ダム（落差約8m）と八幡町に位置する天竜砂防ダム（落差約10m）に設置された階段式魚道である。三原砂防ダムは既設の魚道が設置されていたが、副堤に1m程度の落差があることや勾配が急であることから、平成7年度に魚道全区間を1/10勾配にする改築を行った。魚道の諸元は長さ116.8m、幅1.5m、切欠幅0.5m、プール長1.7m、プール間落差0.2m、潜孔直径0.2mである。天竜砂防ダムも平成8年度に、三原砂防ダムと同様の魚道構造に改築を行った（魚道長119.8m）。

魚道改築後の遡上調査によると、三原砂防ダムでは、砂防ダム周辺で確認したカジカを含む生息魚9種すべてが魚道を利用していることを確認し（1996・1997年・計24日間）、天竜砂防ダムでは、砂防ダム周辺で生息を確認した9種の魚類のうち、サツキマスを含む4種の遡上を確認している（1998年・計7日間）。

このように一定の魚道機能が確認されたものの、両魚道とも増水傾向の時や潜孔が閉塞した場合に、魚道内で横波（単節セイシュ）が生じることが明らかになった。遡上調査では横波の発生が魚類の遡上へ与える影響を明らかにすることはできなかったが、原らの実験<sup>3)</sup>では流況不安定により遡上率が低くなることが報告されている。横波の発生は、既設魚道を活かす形で魚道を改築したため、魚道幅や魚道法線などに制限があったことなどが要因と考えられた。横波の発生は魚道内の流況を不安定にさせることから、魚類の遡上に悪影響をおよぼす可能性が高く、さらに改善する必要性が生じた。

今回は横波を抑制するために三原砂防ダムで試みた①魚道隔壁の一部に非越流部を設ける方法と②切欠幅を狭める方法についての概況と、天竜砂防ダムで試みた③プール幅を狭める方法について実験結果を報告する。

## 3. 調査結果

これまでの調査から、潜孔は横波を抑制する効果が確認されているが、河川上流域に設置される魚道は、土砂や流木等により潜孔が塞がりやすことから、実験では横波が発生しやすいように潜孔を閉塞した上で、横波を制御できるか確認した。

### 3.1 魚道隔壁の一部に非越流部を設ける方法

図1に示したように、三原砂防ダムで魚道隔壁の一部に非越流部を設けて流況を観察した。実験時の流量（ $0.08\text{m}^3/\text{s}$ ・標準部越流水深0.08m）では、潜孔を塞いだ場合、横波の発生を完全には抑制できなかった。

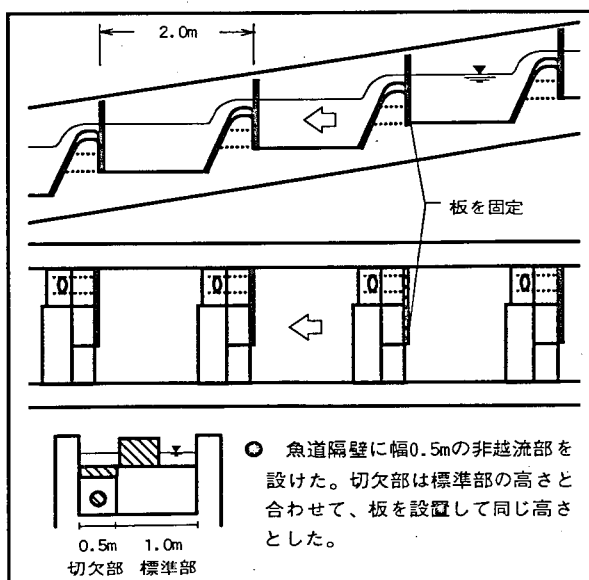


図1 魚道隔壁の一部に非越流部を設ける方法

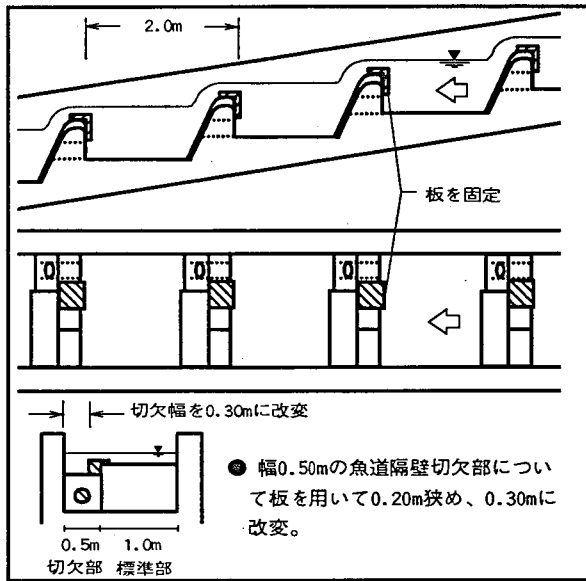


図2 切欠幅を狭める方法

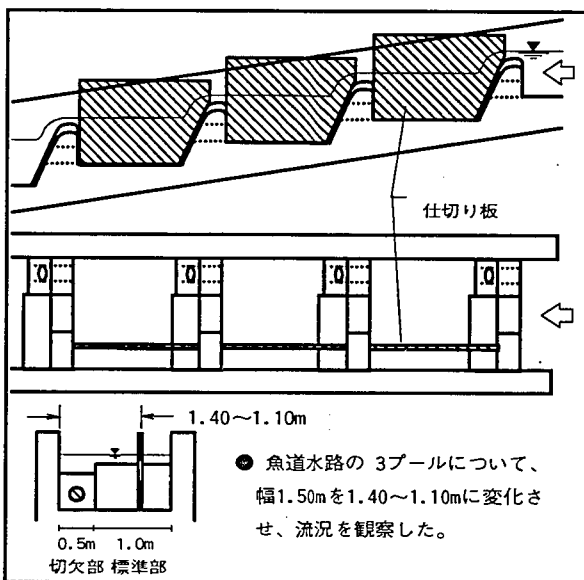


図3 魚道幅を狭める方法

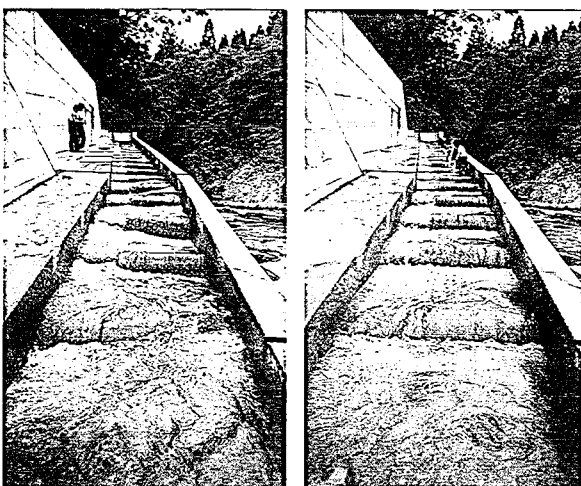


写真1 魚道を用いた調査の状況  
実験は横波が発生しやすいように潜孔を塞いで行った。魚道幅を狭めない場合は横波が発生しているが(写真左)、魚道幅を1.20mに狭めると横波の発生が抑制される(写真右)。

### 3.2 切欠幅を狭める方法

図2に示したように、三原砂防ダムで隔壁の切欠部を狭めて流況を観察した。実験時の流量(0.07m<sup>3</sup>/s・標準部越流水深0.02m)では、潜孔を塞いだ場合、横波の発生を制御できなかった。

### 3.3 魚道幅を狭める方法

魚道幅を狭める実験は、天竜砂防ダムで行った。天竜砂防ダムで発生している横波は、流量0.12m<sup>3</sup>/s・標準部越流水深0.05mの場合、振幅が0.20m、波長が8m、振幅数が0.68回/s(20.3回/30s)であり、振幅の大きさは時間により変動する。実験は魚道折返部より下流側の直線区間(21個のプール)を対象にして、横波が発生しやすいよう、潜孔を塞いで行った(その結果、波長や振幅数は大きく変化していないが、振幅が0.40mに変化した:写真1左側)。

対象とした直線区間で、横波が発生しはじめる区間上流の3プールについて、プールを縦に仕切る形で板を配置し、魚道幅を1.40~1.10mまで0.10m毎に幅を狭めた場合の流況を観察した(図3)。その結果、1.20mよりも幅を縮小することにより、横波の発生を抑制できることが分かった(写真1)。なお、幅1.30mの場合、横波は振幅0.20m程度に小さくなるが、完全に抑制することはできなかった。

## 4. まとめ

今回の実験により、以下のことが明らかになった。

- ・ 今回の実験では①非越流壁を設ける方法や②切欠部の幅を狭める方法では、横波の発生を完全に制御できなかった。
- ・ ③魚道幅を狭める方法で、横波の発生を抑制できた。
- ・ 横波の発生は魚道長と幅の比が関係しており、プール長1.7mに対して幅1.5mでは、流量が増加傾向の時や潜孔が閉塞した場合、横波が生じ易い。

今回は実際の魚道で行った実験を速報的に報告したのみであるが、今後は幅の狭い魚道で生じる横波の水理的な解析を試みる必要がある。また、魚道幅(流量)を変化させずに横波を抑制する方法として、魚道の一部に斜路を設けることも考えられ、より有効な横波を制御する方法を探っていく必要がある。

## <参考文献>

- 1) 廣瀬利雄・中村中六:魚道の設計, p307, 山海堂.
- 2) 中村俊六:魚道のはなし, pp46-49, 山海堂.
- 3) 原義文・松田均・近藤努・宮本邦明・花園正敏:階段式魚道における横波の発生特性について, 平成9年度砂防学会研究発表会概要集, pp104-105.
- 4) 和田清・東信行・中村俊六:横波が発生した階段式魚道の改善とその評価, Conference on ECOSSET95, 10/29~11/2, 1995 at Tokyo, 資料1.