

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

第一章 ハーフコーン型魚道の特徴と構造

I ハーフコーン型魚道の定義

形式名称：半楕円錐柱隔壁型魚道

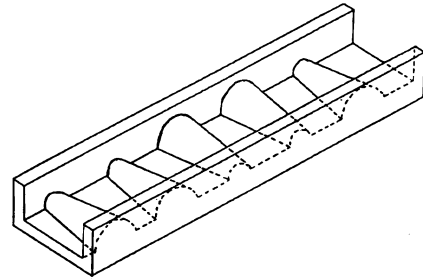
通称：ハーフコーン型魚道（多摩川式）

半楕円錐柱隔壁をハーフコーンと呼ぶ

考案者：東京都産業労働局農林水産部魚道会議

開発年度：平成9年度 大丸用水堰（多摩川）

魚道構造：魚道本体水路にハーフコーンを2本ずつ向きを交互に並べて設置し、反転させた流れを形成させる。



II ハーフコーンの構造と各部の名称

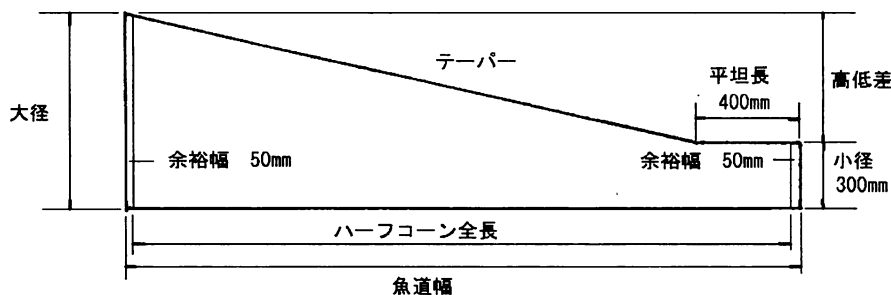
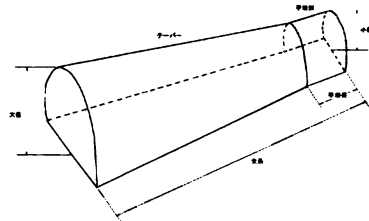
全長：ハーフコーン型の長さ。重機で吊り下げて設置する場合は余裕幅を考慮し、両端を50 mmずつカットして製作し、魚道幅員マイナス100 mmとなる。

大径：ハーフコーン断面の、大きい部分の半径。機能させる最大水位で、全面越流しないように高さを設定する。

小径：ハーフコーン断面の、小さい部分の半径。下流側にプールを作るため、設置間隔と高さを設定する。東京都は300 mmを基本にしている。

平坦長：流れを安定させるため、小径で400 mm程度平坦部を設ける。

テーパー：大径と小径の高さの差による、横断方向の勾配。きつくなると流れが乱れやすいため、1：11以上が望ましい。

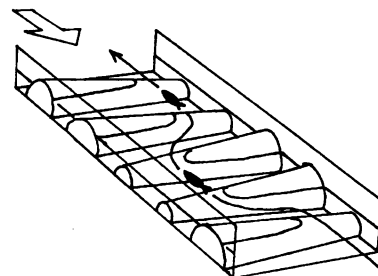


III 原理と特徴

1 機能上の特徴

① 流れの特徴

ハーフコーンの勾配に沿って流れ、流下落



ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

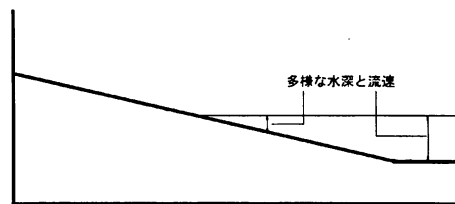
水後に螺旋状に反転し、砂礫堆上の流れのようになる。また、隔壁ハーフコーン間の流れは両側が直立壁ではないため、強い反射波がない。魚にとっては自然河川に近い流れをつくりだしている。

② 魚道勾配の緩和

河川横断構造物等の制約により、魚道の河道法線方向勾配は1/10程度のものであることが多いが、魚道周辺河道勾配と比較して急勾配になっている。ハーフコーン型魚道は、流れがコーンの間を蛇行するので、流下方向の水面勾配が魚道幅に応じて、相当緩和されている。

③ 多様な魚類への対応

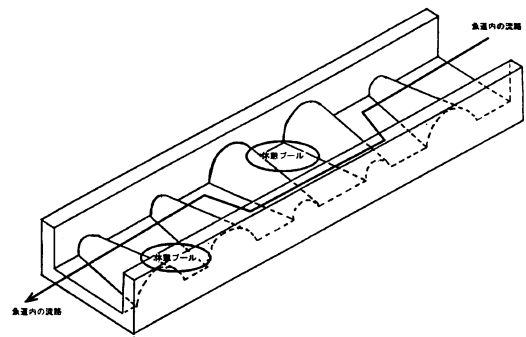
ハーフコーンの越流水深は、テーパーにより零から連続的に徐々に深くなり、多様な水深と流速が創成されている。魚は自分の泳力に見合った水流を選択して、隔壁コーンを斜めに溯上するので、多様な魚種への対応が可能となっている。



また、自由落下水脈を形成することなく、円錐形のハーフコーンに沿って流れ落ちるので、抱卵期の降下魚も安全に下流プールに着水できる。

④ 休憩プールの確保

ハーフコーンを二本ずつ同じ向きで、交互に組み合わせたことにより、流れが横断しない部分のプールは、一カ所おきに休憩プールとして機能している。



2 管理上の特徴

① 上流水位調整が不要

ハーフコーンの大径を上流側水位の変動に対応した高さで設定するため、魚道内の水位を厳密に調整する必要がない。また、他の形式の同規模の魚道と比較して魚道通水量が少なくて済み、用水の取水に対する影響が少ない。

② 維持管理費の低減

浅く蛇行した流れが形成されるので、洪水時に土砂は掃流・流下され、魚道内へは堆積しない。従来の箱型のプールを持つ魚道は、わが国の河川の特徴から土砂の堆積やゴミが詰まり、潜孔などの開口部の閉塞が避けられないため、撤去のための維持管理を必要とした。

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

3 安全・環境上の特徴

① 安全性の確保

水深が浅く角張った部分が少ないという構造上、魚道内に人が落下しても、おぼれたり、怪我をする事故等の可能性が極めて低い。アイスハーバー型はプールが深く、潜孔の流速が大きいため、子供などが吸い込まれる危険性があった。

② 景観の確保

大部分の魚道の流れは直線的だが、ハーフコーン型の交互に蛇行する流れは、遠方から眺めると丸みを帯びている。また、隔壁を縫って流れる水流は、デザインの柔らかさとともに、コンクリート塊の圧迫感がないため、周辺の景観にも溶け込むなど、見る人の心に安らぎを与える。

IV 構造の特徴

基本構造は魚道本体水路と、横断方向にある間隔で配置された、複数のハーフコーンで構成される。ハーフコーンの全長やテーパー、配置間隔等により、流れに多様性を持たせることができる。テーパーを緩くして、全長を大きくした方が、より安定した流れになる。

1 ハーフコーンのテーパー

テーパーの変化に伴い、越流水深の多様性と流速の緩急がつくられる。急なテーパーは幅の狭い急な変化をつけることになる。

2 隔壁コーン配置パターン

配置方法は①～③までの3通り考えられ、それぞれの特徴がある。東京都では、ハーフコーン型魚道として、勾配による経済性と休憩プール確保の面から①を採用した。なお、配置間隔は魚道の勾配と小径部の高さで決定される。

① 二本置きに反転配置（ハーフコーン型魚道の配置）

反転部で流水が折れ曲がり、流れの加速を防止する効果があり、流路の勾配は魚道勾配の1.6倍程度に緩和され、全長を短縮できる効果がある。また、一カ所おきにはできる同方向配置のハーフコーン間に、静穏水域（ワンド）が形成されるため、魚類の休憩プールも確保でき、別途設置する必要がない。

ただし、三本以上の同方向配置は、流れが加速して余り有効ではない。

② 交互反転配置

魚通が河道法線方向に急勾配である時、隔壁のテーパーを強くして、この配置を用いることもできる。しかし、ハーフコーンの間を常に流水が横断するため、魚道の長さによっては、休憩プールが必要になる。

③ 片側同方向配置

河道法線方向勾配が、極めて緩い場合には適するが、急勾配だと流れが加速してしまうため、①の配置に比べて、魚道全長が大きくなる欠点がある。

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

3 休憩プールの設置

流れが急な場合には、一部の区間だけ水路床勾配を緩くし、さらに隔壁の間隔を広くとり、静穏水域をつくる必要がある。しかし、ハーフコーン型魚道の場合は、同方向配置のコーン間の静穏域が休憩プールの機能を持つので、設置は必須ではない。

4 魚道幅と勾配

魚道幅が広いほど、低水時の横方向の流れが長くなり、縦断方向勾配（合成勾配）が緩和される。合成勾配を基準にすると、他の魚道形式に比べて、魚道水路の全長を短縮することができる。

5 ハーフコーン最低部（小径部）の役割

プールの深さを決めるもので、横断方向の流れの水深も、これによって規定される。下流水面との比高に留意する。

v ハーフコーンの製作及び断面形状

1 製作と磨耗対策

現場打ち、プレキャスト化、ブロック化などの施工方法が考えられるが、東京都では現場打設を採用している。しかし、全長6m、大径部0.8mの場合では、重量が約8トンになるため、現場に応じた検討が必要。

① 現場打設

曲線部分を滑らかに仕上げるため、型枠を下向きにセットし、コンクリートを打設する。脱型後に反転させ、重機で所定の位置に設置する。製品の運搬を必要としないが、型枠が特注になることと、製作から設置までの保管場所の確保、設置用重機の作業スペース確保が必要になる。ハーフコーンと魚道本体の水密性に配慮が必要。

② プレキャストコンクリート

保管スペース・工期短縮面では有利だが、魚道規模に応じて全長・高さ等が異なるなど規格化が困難なため、製品化されていない。部品接合部の水密性に配慮が必要。

③ ブロック化

魚道規模が大きい場合は、分割した部品（ブロック）の組み合わせにより、ハーフコーンの形成も可能。②と同様、製品化されていない。ハーフコーンと魚道本体の水密性に配慮が必要。

④ 磨耗に対する配慮

台風や豪雨時の掃流砂礫の磨耗に耐えられるように、ハーフコーン鉄筋の被ぶり（90mm以上）を大きく確保し、粗骨材の粒径もできるだけ大きくする必要がある。

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

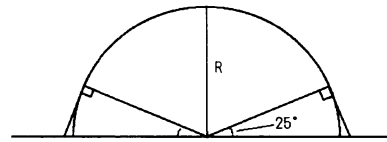
東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

2 ハーフコーンの断面形状

- ① 半楕円錐柱
- ② 半円錐柱
- ③ 半円錐柱にして傾斜を付ける

以上三つの形状が考えられるが、東京都では半円錐柱の裾を少し広げて、流れの円滑化に配慮した③を採用している。

東京都型断面



第二章 魚道の設計

1 設計条件の設定

(1) 溯上対象河川流量の設定

魚道を機能させる河川流量を決定する。東京都の場合は、平常時を平水流量にして、最大を豊水流量としている。

(2) 魚道流量の設定

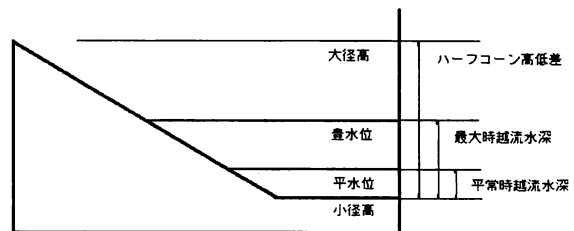
魚道を流す流量が多いほど、溯上効果は高くなる。しかし、農業用水堰などの取水施設の場合は、渇水時でも水利権取水量に影響のない範囲に、魚道流量を決定することが望ましい。

ハーフコーン型はアイスハーバー型やバーチカルスロット型などに比べて、単位あたり魚道流量が小さいため、取水施設への設置が容易になる。

2 ハーフコーン型魚道基本構造の決定

(1) 魚道上流敷高の決定

対象魚種の体高を検討の上、平水流量時にハーフコーンの最大越流水深が0.20~0.25mになるような高さに、魚道上流敷高を設定する。



(2) ハーフコーン大径の決定

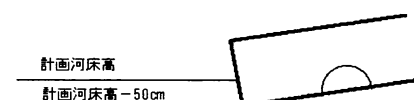
豊水流量時の水位が、ハーフコーン大径と小径の高低差の40~50%になるように、大径を設定する。

(3) 魚道幅員の決定

幅員を広くすればするほど、ハーフコーンのテーパを緩くすることができて、流況が安定する。1/11以上が望ましい。ただし、幅員に比例して工事費が大きくなるため、経済性を考慮して決定する。

(4) 魚道下流敷高の決定

現況河床を基本としているが、計画河床や将来の河床低下を考慮して、下流端の魚道敷高を決定する。東京都の場合は、計画河床高マイナス50cmを、下流端の敷高に採用している。

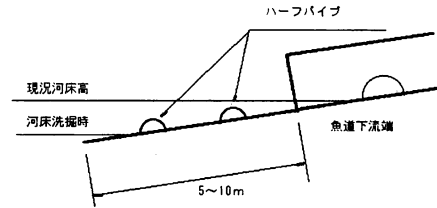


ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

(5) 下流河床取付け部の構造決定

魚道下流端の洗掘深掘れによる河床との段差防止を考慮する。東京都の場合は、魚道下流部の護床工を、5～10mのコンクリート平板ブロックにハーフパイプ（半径0.3mの半円筒形）を取り付け、対応している。



第三章 施工時の注意事項

① ハーフコーン型枠の作製

既製品でないため、型枠の製作を注文すると、通常1ヵ月程度の納期を必要とする。工事の工程を考慮すると、契約後早期に型枠を発注する必要がある。

また、ハーフコーンの打設サイクルは、通常は7日間程度（早強コンクリートでも5日間）を必要とするため、製作本数や工期、経済性を考慮して、型枠の製作個数を決定する。

② ハーフコーンの配筋

現場打設後に、仮置き・運搬・設置などと重機による吊り下げ作業が不可欠となるため、作業中の破壊防止用に配筋する。東京都では被り90mmを確保した上で、鉄筋径13mm、ピッチ250mmで配筋している。

③ トラッククレーン作業場所の確保

現場で打設したハーフコーンは、自重が8t（全長6m、大径0.80m、小径0.30mの場合）程度あり、さらに重量バランスが偏っている。平均に吊り下げて設置するには、50tクラスのトラッククレーンを必要とするため、作業場所を確保しておく必要がある。

第四章 その他の留意事項

① 魚道外からの流入防止

魚道内の流れを安定させるためには、側壁高と魚道を機能させる最大の河川水位を検討して、河川から魚道への浸水を防ぐ必要がある。

② 鉄筋の被りの確保

河川内の構造物のため、洪水時には河川の土砂や玉石等が、大量に流されて磨耗するため、鉄筋の被りを大きく確保する必要がある。最低でも90mmは必要。

③ ハーフコーン吊り下げ金具の設置

現場で打設した場合は、型枠をはずして仮置き時と魚道に設置する場合に、トラッククレーンで吊り下げる必要があるため、事前に吊り下げ用の金具を設置しておく。円形部と打設面の両側に、重量のバランスが偏っているため、重量を考慮した平均の位置に、設置する。

④ 網掛けフック

溯上調査等の場合に、鳥の被害を防止するため、魚道全体にネットを張る必要がある。その際、側壁の両側に5m程度の間隔で、網を止めるフック等を設置しておく。

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

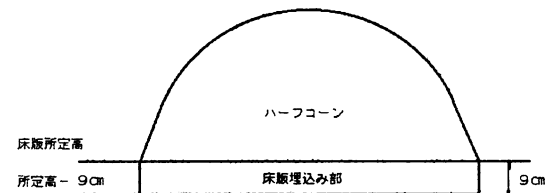
⑤ 角落し

魚道の上流端と下流端に止水用の角落し板用の溝を設置しておく。(湧水時や維持管理時の止水用・溯上調査時のトラップ設置等に使用)

なお、魚道幅が広い場合は角落し板が長くなり、取り扱いが不便になる場合は、中間に支柱を設置して、分割することもできる。

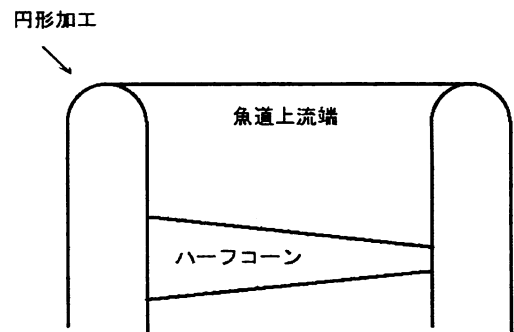
⑥ ハーフコーン移動防止対策

移動防止と水密対策のため、魚道の床板コンクリートを10 cm下がりまでを打設して置き、ハーフコーンを魚道に設置し、その後に床板コンクリートを、所定厚まで打設する。



⑦ 側壁上流端の処理

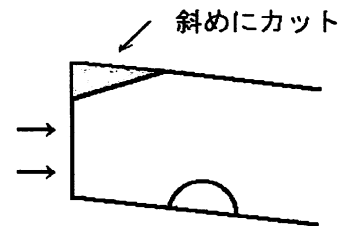
河川の洪水時に流木が魚道上流端に引っかかり、閉塞させてしまい、溯上できない場合が多く見られる。魚道内の水量の確保と、流木撤去の維持管理費を考え、前面形状を円形にするとともに、上部を斜めにカットするなどの対策が必要になる。



第五章 効果調査と評価

1 調査の目的

完成した魚道を現地で調査して、設計どおりの機能を果たしているか確認する。さらに魚道の機能を強化させるための改善策を検討することが、今後の魚道設計の必須条件になる。



2 調査の内容

(1) 現地調査 (別紙 調査工程表参照)

① 溯上調査

魚道の下流に調査用の魚を放流し、上流設置に設置したトラップで採捕する。調査期間中の定時に、1日4回ずつ採捕し、魚種・体長・気温・水温等を測定し、河川に放流する。

② 流況調査

ハーフコーン越流部で、横断方向に1 m間隔で水深を測定する。さらに、水深5 cm間隔で流速を測定し、流速の分布状況を調査する。

③ 水質調査

天候・気温・水温・PH・DO・透視度・濁度等を1日1回観測し、調査期間中の気温・水温・水質の変化を調査する。

④ 魚道周辺調査

◎ 堰下流部の地形条件と流れの状況を調査する。

ハーフコーン型魚道の設計マニュアル

東京都農業振興事務所振興課農業基盤整備係

◎ ビデオカメラで、ハーフコーン地点の魚の溯上状況を撮影する。

⑤ 堰下流部採捕調査

調査最終日に堰下流部で投網により、採捕調査を実施して、魚種や採捕位置等を確認する。

⑥ 滞留状況調査

溯上調査終了後に、魚道の上下流部を締め切り、中に残された魚を採捕して、魚種や位置等を調査する。

(2) 機能強化のための検討

① 機能の確認

魚道を通じた魚種や数量、流速や流れの状況、休み場の確保、上下流端の状況などを調査して、設計に想定した機能が実現されていることを確認する。

② 機能強化のための検討

計画設計及び工事施工上の問題点を現地の施設で検討し、改善対策を検討する。

(3) 調査時の注意事項

① 調査中は現地に旗等の標識を掲げ、また常に採捕許可書の写しを携帯する

② 調査中の鳥害を防止するため、魚道上に防鳥ネットを設置する

③ 防鳥ネットは魚への影響を考慮して、無色のネットを使用する

④ 調査に先立ち、施設管理者及び関係漁協へ施設立ち入りの了解をもとめる

⑤ 一般の河川利用者に配慮し、調査器材等の放置による事故に注意する