

多段落差工の通水断面矩形化による設計施工の合理化

共生機構株式会社 ○安田充範 横田勝 井幡英紀

1. まえがき

多段落差工は、溪床勾配が数分の一程度と急な区間に設けられる低落差の階段式流路工であり、土砂崩積地、道路、鉄道、ダム建設等の土捨場や造成地内など高落差のある河道部に設けられる施設である。

その平面形状は、一般的に落差工直下で広げられた護岸を下段落差工の水通し袖小口へ一致させ元の流下断面に戻した逆ハ字形状を成している。

また、流下断面は法勾配 5 分の護岸が多く採用されているので台形を成している。

そのため、水面では各落差工区間において落水時の拡散や縮流の乱れによる両護岸への水面のせり上がりで溢水を起こす危険性がある<sup>1) 2)</sup>。施工面では、法勾配のつく護岸と落差工との取り合いが煩雑となる課題がある。

ここでは、そのような水面の問題を解消し、設計・施工の合理化を図るために多段落差工と砂防堰堤における通水断面の矩形化について検討したものである。

2. 現状の課題と対策

水面では、落差工間で縮流されることによる両護岸へのせり上がり(図-1 参照)や、施工面では護岸が縦断的に直線状配置されていないための煩雑さという両者の課題があり、そもそも流路の平面形が逆ハ字形状であることが原因である。

周知のように、落差工直下流では礫まじりの落下水脈が護岸面に直撃し損傷を起こさないよう落差工の水通し幅より広げ、下流へいくほど流路幅を下段の落差工水通し幅まで漸変させ狭くするため逆ハ字形状の流路が形成される(図-2 参照)。

また、護岸の法勾配を経験的に 5 分程度としているのは練石積やブロック積みなどコンクリート構造で、もたれ式の方が経済的になることや下流の落差工水通し袖小口へのすり付けが容易であることなどが理由と考えられるが、このことも両課題の原因となっていると考える。

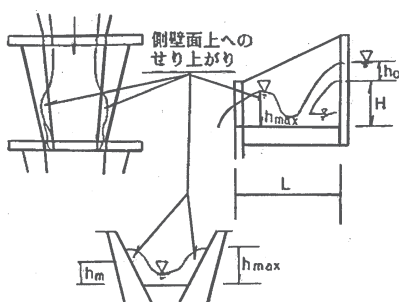


図-1 逆ハ字形状護岸におけるせり上がり流況<sup>2)</sup>

さらに、逆ハ字形状という平面形状がスムーズなものでないために用地取得面でも煩雑さや無駄も考えられる。

そのような水面や施工面等の課題を解消するためには、通水断面を矩形化し護岸を直線状に配置することが得策と考える。

さらに、鋼材やソイルセメントによる複合構造とすることによって建設コスト縮減も可能になるなど合理化が図れる。

3. 多段落差工の通水断面矩形化モデル

図-2 は一般的な逆ハ字形状多段落差工と通水断面を矩形化して直線状にした多段落差工の構造概要を対比したものである。

矩形化した多段落差工には、落差工および護岸ともに鋼矢板壁面を使用した下半もたれ式 INSEM ダブルウォール工法を採用している。

ダブルウォール工法は、現地発生土を有効利用した INSEM 体をタイロッドで拘束補強した工法である。

壁面材に使用する鋼矢板壁面は、土石流などの耐磨耗に有効な材料であり状況に応じて部材厚を選定している。

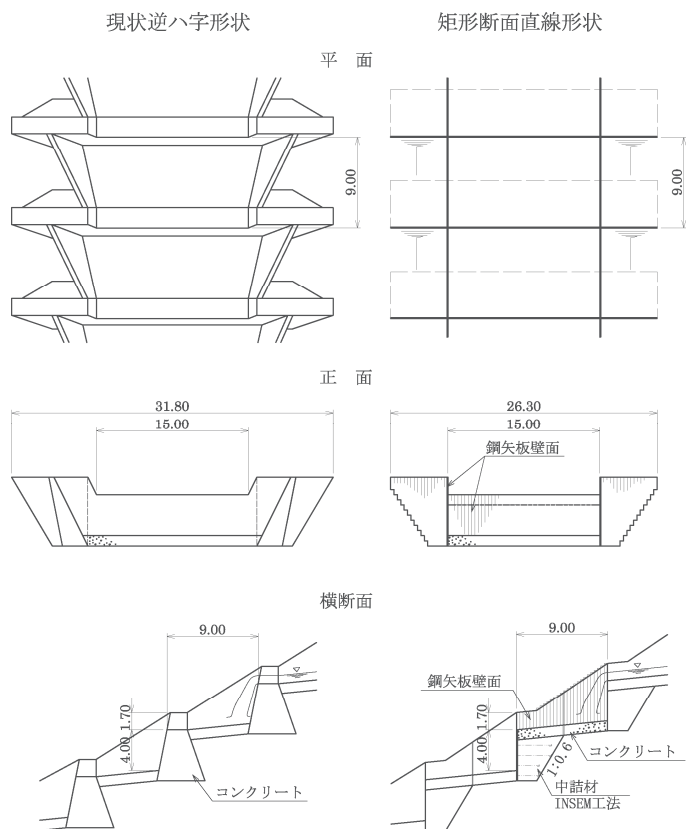


図-2 現状逆ハ字形状と矩形断面直線形状の対比

表-1 落差工1段分概算工事費比較

	千円/一式	
	逆ハ字形状 (コンクリート重力式)	矩形断面直線形状 (INSEM-DW式)
落差工	10,600	8,100
前庭保護工	4,490	3,100
合計	15,090 (100%)	11,200 (74%)

注) 上記金額には、掘削、床掘り、埋め戻し等は含まれず。

また、沈下を起こすような崩積地や盛土上の多段落差工では地盤強度が期待できないことが多く追従可能なダブルウォール構造は最適である。

落差工および護岸の断面形状は、掘削面をそのまま生かしたもたれ式構造であるから掘削量の低減も図れる。中詰材には、低強度のINSEMを使用し現地発生土の利用範囲拡大、残土排出ゼロや不測の侵食防止対策にもなる。

通水断面を矩形化することによって、落差工基礎部の堤長が短くなり掘削量が軽減し水路敷エリアの減少にもなる。

施工面では、落差工と護岸の取り合いが解消されたことで煩雑さがなくなり工期短縮となる。

さらに、掘削面が落差工の外枠となるので中詰土工と上流側の埋戻しが同時に行えて施工時の掘削面露出期間が短縮され施工時の安全性にも寄与する。

建設コスト面については、落差工1段分について算出した結果、既往の逆ハ字形状よりも矩形断面直線形状の方が26%縮減できる(表-1参照)。

#### 4. 砂防堰堤の通水断面矩形化モデル

通水断面矩形化を通常の砂防堰堤に適用させた場合、多段落差工と同様に設計・施工の合理化が図れる(図-3参照)。堰堤の側壁護岸工についても、一般的には逆ハ字形状が多く採用されており地形が急峻なダムサイトでは本堤基礎部を大きく掘削することが見受けられ、前庭保護工を構築するために堰堤基礎部の岩盤を余分に掘削することがある。

堰堤直下の側壁護岸工を落下水脈のために両岸へひくことが、そのまま堤底の延長を延ばして堤体積を増やすことに直結する。その上、谷幅が狭く両岸が急傾斜となるダムサイトの場合、堤底長が延びることで長大な切土斜面を出現させ斜面对策が必要になるなど収まりの悪い堰堤を構築することとなる。

上述の課題解消のために、堰堤の袖小口から側壁護岸まで断面矩形化を実施する。

また、越流部堤体を逆断面形状にすることも考えると、落下水をうまく制御するとともに前庭保護工の

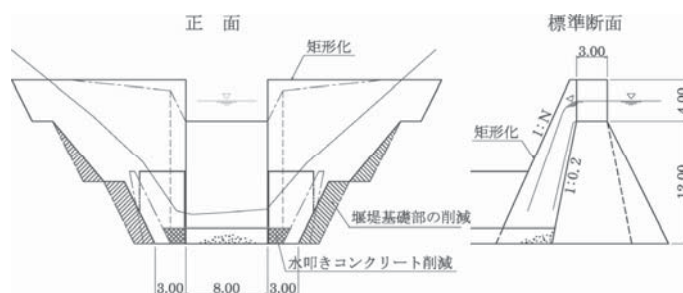


図-3 堰堤における通水断面矩形化



図-4 矩形化した多段落差工の施工事例

占有幅や側壁護岸長を縮小し建設コスト縮減を図った景観性のよい堰堤を構築できる。

#### 5. あとがき

以上より、既往の多段落差工や砂防堰堤のもつ一連の課題に対し、通水断面を矩形化することによって落差をもつ流路内の水理をスムーズにして溢水を防止するとともに、設計・施工を単純化にでき合理化が図れる。

さらに、鋼材や土砂あるいはINSEM等による複合構造体の擁壁構造物を活用することによって建設コスト縮減も達成できる有力な工法と考えられる(図-4参照)。

今後、急激な気候変動等の異常豪雨による深層崩壊で形成される深い土砂堆積上の流路あるいは谷頭部の狭谷内や住宅地周辺のゼロ字谷内の堰堤などにおいては通水断面の矩形化=合理化に対する期待は高まるはずである。

#### 参考文献

- 1) 水山高久・栗原純一(1989)：多段落差工の水理と水位上昇防止工法、新砂防、Vol.42、No.2。
- 2) 坂東高・船橋準幸・千葉清隆・阿部彦七(1988)：多段落差工を有する水路の実験的考察、砂防学会研究発表会概要。