

# 砂防史及び現状の日欧比較総論

株式会社東京建設コンサルタント ○西本晴男、梶 昭仁、吉田喜高、高橋大地

## 1. はじめに

筆者は、機会あってここ約 10 年間、欧州の土石流対策を主とした砂防現場を訪れ、砂防堰堤、堆積工、流路工、山腹工などの整備の状況を見ることができた。訪問した国（地域）は、フランス（アルプス地方、ピレネー地方）、オーストリア（ほぼ全域）、イタリア（北中部、北東部、中部）、スイス（中部）、クロアチア（沿岸部）、モンテネグロ（沿岸部）、チェコ（西部）などである。これらの国・地域の多くでは、19 世紀後半から現在に至るまで営々と砂防工事が実施されてきている。その様子は、地域の特徴を生かしながら様々であるが、現在の砂防堰堤の基本的構造については、共通する考え方が見られるとの印象を持った。

筆者は先般、欧州における 19 世紀末から 20 世紀初頭にかけての砂防技術を紹介した<sup>1)</sup>。本発表では、現在の欧州における砂防について、砂防堰堤の構造を中心とした砂防技術の特徴を日本の砂防技術と比較しつつ述べるとともに、砂防事業の実施体制についてもふれる。欧州の砂防については、これまで技術面の紹介が中心になされてきており、実施体制については総括的な整理がなされていない。現地視察等においてカウンターパートから十分なヒヤリングをしていない部分もあるが、あえて調査を通じて筆者なりに把握できた範囲で実施体制（事業主体、施工態様、用地対応）を記載した。これについては、一部に錯誤等の可能性もあると思われる。なお、本稿はスペースの関係上から図と写真を多用したものとなっている。

## 2. 砂防計画の基本

日本の砂防は、直接形態流域対応と間接形態流域対応の両方があると言われている<sup>2)</sup>。この考え方に照らすと、欧州の砂防は直接形態流域対応であり（図-1）、さらにこれを①両岸が急峻な谷底地形の場合と②丘陵地形の場合に分けることができる（図-2、図-3）。

## 3. 砂防堰堤の基本構造及びその安定計算手法

欧州の砂防堰堤は、鉄筋コンクリートを使用していることから、横断面形状が日本と異なる。下流の法勾配は 2 分で日本と同様であるが、上流側は鉛直としているために、天端厚は堤高に依存し概ね 1~2m 程度である（図-4、図-5）。このため、堰堤上流側には土石流の衝撃から堤体を保護する対策として、緩衝材（保護工）を設けている（図-6）。

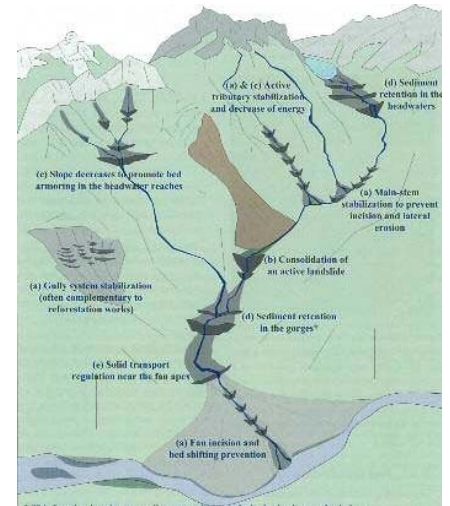


図-1 砂防計画の基本（3）より

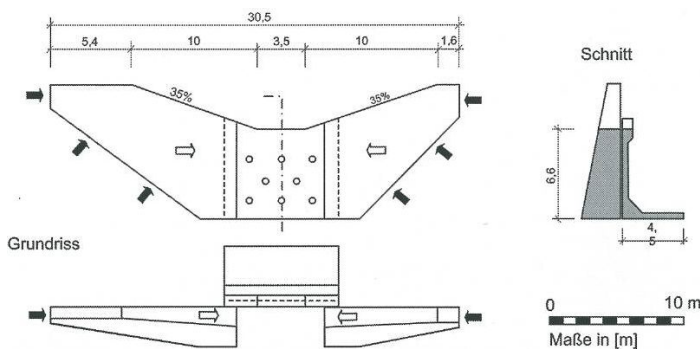


図-4 砂防堰堤の基本的構造（4）より



図-2 谷底地形



図-6 堰堤上流側の保護工



図-5 堰堤の横断形状



図-3 丘陵地形

#### 4. 透過型砂防堰堤の透過部形状

鋼材を使用した透過型砂防堰堤では、鋼材部分の形状によっては、鋼材部分が堤体より上流側に飛び出したものと、堤体内面に収まっているものがある(図-7、図-8)。



図-7 鋼材部分が堤体上流へ出た堰堤



図-8 鋼材部分が堤体内にある堰堤

#### 5. 砂防堰堤水通しの構造特性（下流基礎部の洗堀対策）

堰堤の下流法面を石礫混じりの落下水から保護するため、庇を設けることにより落下水を堤体基礎部から離れた位置に落としており、水通し部の天端の摩耗・損傷対策として、石張りを多用しており、高強度コンクリート、鋼材を使用している場合もある(図-9～図-13)。

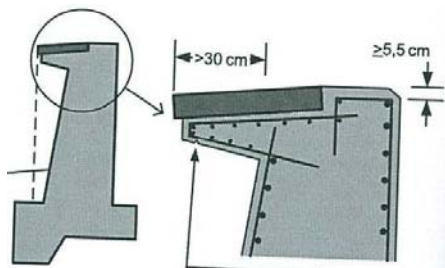


図-9 砂防堰堤水通し部の底部の構造（4）より



図-10 水通し部全体に庇を設置



図-11 水通し部底部のみに庇を設置



図-12 水通し部中下段に庇を設置



図-13 水通し部中下段に庇を設置

#### 6. 砂防事業実施体制

国により、歴史的背景や災害対策における土砂災害対策の政策上の比重の違いにより、実施主体、施工者、用地の扱いが異なっている。これらと、前述の技術的特徴を表-1にとりまとめた。

#### 7. まとめ

日本と欧州の砂防技術を比較すると、鉄筋コンクリート使用、透過型砂防堰堤の鋼材部の形状、水通し部の庇などに相違がある。近年、政府間レベルで日本と欧州諸国との定期的な情報交換が行われるようになった。砂防事業の実施体制も含めて、より有益な情報交換がなされることが望まれる。

表-1 砂防事業実施体制・砂防堰堤技術各国比較

	日本	フランス	オーストリア	スイス	イタリア	ドイツ
事業主体(谷部) (扇状地)	国、県	国 Association	国	国 Assoziation	国、州 Consorzio di Bonifica	州
施工	委託	委託	直営	(未確認)	委託	委託
用地	買収、 治山は借地	国有地 買収?	国有地、(下流 部は借地?)	(未確認)	国有地or借地	(未確認)
計画設計 基準	有	無	民間のハンド ブック	(未確認)	無	有 Richtline(技術 指針)
基本材料	C,S,DW,SC	RC,S	RC,S,W	RC,S,W	RC,S	RC,S,W
基本タイプ	不透過、透過	透過、不透過	透過、不透過	透過、不透過	透過、不透過	透過、不透過
鋼材部 縦断位置	堤体内(+下流 側)	堤体内(スリット、 大暗渠内)	堤体内+上流側	堤体内+上流 側	堤体内+上流 側	(未確認)
水通し部形状	1:0.5	1:2より緩	1:1より緩	1:1より緩	1:1より緩	1:1より緩
庇	無	有	有	無?	有	有
天端保護工	富配合コンクリート、 ラバースティール	石材	石材、鋼板	鋼板、石材	石材	石材
研究機関	大学、土研、国総 研	大学、 「irstea」	大学	大学、「WSL」	大学、「CNR」	大学?

堤体材料 C:コンクリート、RC:鉄筋コンクリート、S:鋼材、DW:中詰め材(ダブルウォール)、W:木材、SC:ソイルセメント

#### <参考文献>

- 1) 西本晴男：“諸戸一郎の欧州留学の足跡を通した” 19世紀末から20世紀初頭における欧州の砂防技術，砂防学会誌，Vol.72，No.5，2020
- 2) 山口伊佐夫：砂防工学，地球社，1985
- 3) Guillaume PITON：Sediment transport control by check dams and open check dams in Alpine torrents，Universite de Grenoble,2016
- 4) Konrad Bergmeister et all：Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren，BetonKalender，2008