

P. 4 落水の表情に配慮した場合の砂防ダム設計上の問題点

アジア航測株式会社 ○小川紀一朗 下澤徹也 佐野滝雄

1. はじめに

砂防事業は、土砂災害等の発生要因となる土砂の生産を抑制し、また土砂が一度に下流へ流下しないよう調節することによって、山地の荒廃を防止し、自然との共生をはかりつつ、地域社会の振興に資することを目的としている。我が国は急峻な地形と脆弱な地質、強い降水強度を持つという厳しい条件のもとで、高度で集約的な土地利用が行われている。したがって、人々の生活生産の場は土砂災害の危険地帯にまで入り込むため、現在でも地すべり、崩壊、土石流等の悲惨な災害が後を断たない。

砂防事業で現在最も多く施工されている工法は砂防ダムである。砂防ダムには施工地の地形、地質状況等によりいくつかのタイプがある。そして、ダムの目的にしたがって適正な位置に必要な高さで設置されている。

さて、近年砂防事業を実施する際には、溪流環境への配慮を行うことが強く求められている。溪流環境への配慮としては、①景観への配慮、②生態系への配慮、③利用への配慮が挙げられる⁽¹⁾。このうち、景観への配慮に関するキーワードについては、「見せる」、「隠す」、「調和させる」等が挙げられるが、中でもいかに「見せる」か、そして「調和させる」かについては、我々は施設をとりまく自然的社会的環境を十分にふまえた上で適切な判断を行っていく必要がある。そこで、筆者らは砂防ダムを落下する「落水の表情」を美しく演出することが、砂防ダムと景観を考える上での一つの重要な要素ととらえ、このような落水の表情に配慮した場合の砂防ダムを設計する上でどのような問題点があるかについて検討することを試みた。

2. 砂防ダムの形状と落水の表情

砂防ダムの落水の表情を規定する基本的な要因としては、単位幅流量、ダム高、水通し天端の形態等が挙げられる。そこで、砂防ダムの形態や周辺環境等と落水の表情との関連がどのようなのか、「砂防ダム大鑑」⁽²⁾に収録された約300基の砂防ダムから分類を試みた。検討の結果を整理すると次のようになる。

- ① 河川流量と落水の表情については、当然流量の多い方が勇壮で豪快である。しかし、流量が少ない場合でも繊細で清楚な表情が表現される場合がある。
- ② ダムの高さと落水の表情については、高い場合も低い場合も豊かな表現を演出できる。
- ③ 水通しの幅と落水の表情については、広い場合も狭い場合も豊かな表現を演出できる。
- ④ 水通しの形態と落水の表情については、台形に比較して円弧状あるいはアーチ状の方が、変化に富んだ流れを演出できる。
- ⑤ 天端の形態と落水の表情については、天端が水平でエッジが鋭角である場合と比較して、丸みのある場合の方が、なめらかな流れを演出できる。

- ⑥ 袖が見えない場合の落水の表情については、周辺の自然景観とも良く調和して、違和感がなくなる。

3. 我が国の主な滝の落水の表情

砂防ダムにおける落水の表情を表現する上で、自然景観を構成する落水の表情を「滝」に代表させて、その構造を把握することとした。ここで、調査対象とした滝は、我が国を代表するものとして「日本の滝100選」⁽³⁾に掲載されているものとした。検討の結果を整理すると次のようになる。

- ① 滝の種類については、全体の約40%が一直線に落下する直瀑で、この他に何段かで落ちる段瀑や途中で落水が分岐する分岐瀑も多い。一方、滝の段数については全体の約50%は1段落下で、多段になるほど数は減っていく。
- ② 落水の形態としては、全体の約70%が布落ちで、白く落水する表情が美しく演出されている。また落水の表情としては、全体の約60%が筋状であるが、白糸状や幕状のものも比較的多い。一方、落水は全体の約80%がばらけであるが、美しく透明なものも数例見られる。
- ③ 滝の高さについては、50m～100mのものが全体の約40%を占めており、30m～150mのもので全体の90%を占めている。次に滝の縦横比については、0.1～0.5のものが全体の約30%を占めており、全体の90%以上のものが0.5以下で、全体的に縦長の滝が多い。一方、滝の勾配は全体の約30%が1:0.1～1:0.2（推定）となっており、全体の約70%は1:0.3より急で、全体的に急勾配のことが多い。
- ④ 滝の水通し形状としては、全体の約40%が台形で、約30%が長方形となっている。また、滝の形状としては砂防ダムに似ているものが30%見られ、この他砂防ダム群、床固工群、アーチダム等によく似ているものが見られた。
- ⑤ 滝の色（岩盤）については、全体の60%以上が暗系色（黒、暗灰、暗茶）となっており、落水の白さを強調している。一方、明系色（灰、灰褐、灰茶）のものも15%あり、とくに花崗岩地帯での透明で幕状の滝の美しさが際立っている。
- ⑥ 滝の肌目（岩盤）については、全体の50%が片状凹凸で、節理の発達した岩肌を落ちる落水の表情を変化に富んだものにしていて。また、一方で滑肌のものも17%あり、落水のやわらかさを強調していた。
- ⑦ 滝の表面の植生については、草やコケの見られるものが30%程度あり、暗い岩肌と白い水とを対比させると、緑の鮮やかさが印象的である。
- ⑧ 滝の天端を見る見通し角度についてはまちまちではさまざまな角度があるが、概ね10°～30°程度の角度で見上げる位置が美しく見えるようである。

4. 落水の表情に配慮した場合の砂防ダム設計上の問題点

以上より、砂防ダムを設計するにあたっての問題点を整理すると次のようになる。ただし、ここで扱う問題点とは、砂防ダムが目的に応じて適正な位置に必要な高さで、かつ想定される外力

に対して十分に安全な構造であることを前提としたものである。

- ① 計画流量に比較して平常時の流量が非常に少なく、水が広い水通し断面全体に流れてしまうと、単位幅あたりの流量が少なくなってしまうため、落水の美しい表情を表現することが困難となる。このため、平常時の流量規模程度の断面を考慮する必要がある。
- ② 水通しの設計を行う際には、水通しの形状を単純な台形にこだわることなく、周辺の景観に配慮した上でデザインすることが必要となる。
- ③ 本体の設計については、構造上の安全性を確保した基本断面をベースにした上で、本体正面の落水部の色と肌目を慎重にデザインするべきである。すなわち、色を暗色系にして肌目を片状凹凸にすれば落水の白さを強調して豪快さを表現することができる一方で、色を明色系にして肌目を滑らかにすれば、落水の透明さを強調して流水のまろやかさを表現することができる。
- ④ 袖については極力視点場からは見えないようにすることが望ましい。
- ⑤ 前庭保護工については、副ダムは多段落ちの滝を連想するよう工夫できれば美しい。水叩きは表面に露出することは望ましくなく、水褥池方式で水をたくわえる方が滝つぼを連想し、美しい。側壁護岸は極力目立たないようにすべきである。護床工は、可能であれば、巨礫もしくは比較的大きな擬礫ブロックを用いた場合、自然景観との違和感は避けられるであろう。

5. おわりに

以上のように、砂防ダムの色や形態、そして袖が見える見えない等によって落水の表情が大きく変わることがわかった。今後は、たとえば自然の滝や庭園等の人工滝における落水の表情を計測し、無次元化をはかった上で、砂防ダムの新しいデザイン法を構築していきたい。

最後に、いろいろと議論していただいた「景観デザイン研究会（代表：篠原 修 東京大学工学部教授）「落水の表情」部会」の関係各位に深謝の意を表します。

6. 参考文献

- (1) 建設省河川局砂防部砂防課、建設省土木研究所：溪流の環境に配慮した砂防設備に関する研究、第47回建設省技術研究会報告、1994
- (2) 建設省河川局砂防部監修：砂防ダム大鑑、山海堂、1973
- (3) グリーンルネッサンス事務局編：日本の滝 100選、講談社、1991

[参 考]

滝形態	直 瀑	段 瀑	分岐瀑	溪流瀑	潜流瀑	合 計
滝 数	39	26	22	4	9	100

落下形態	布落ち	糸落ち	伝い落ち	合 計
滝 数	72	19	9	100

滝段数	1 段	2 段	3 段	4 段	5 段	6 段	7 段	数 段	合 計
滝 数	53	18	11	5	3	0	5	5	100

落水表情	幕 状	筋 状	白糸状	合 計
滝 数	17	59	24	100

落水表情	透 明	白落ち	ばらけ	合 計
滝 数	4	11	84	98

滝形態	そば落ち	かた落ち	向い落ち	う ら 見	合 計
滝 数	9	6	7	1	23

(m)

滝高さ	～15	～30	～50	～100	～150	～200	～300	～500	合 計
滝 数	5	10	23	43	14	1	3	1	100

(横/縦)

構成比	～0.025	～0.050	～0.100	～0.500	～1.000	～5.000	～10.00	～50.00	合 計
滝 数	11	24	26	31	1	3	0	3	99

滝勾配	～1:0.1	～1:0.2	～1:0.3	～1:0.5	～1:0.7	～1:1.0	～1:1.5	～1:3.0	合 計
滝 数	18	31	23	11	4	8	3	1	99

水通し形状	浅い台形	深い台形	浅い長方形	深い長方形	曲 線	水 平	合 計
滝 数	44	2	20	16	1	2	85

全体形状	砂防ダム	谷止工群	床固工群	ダ ム	7-字形	斜 路	その他	合 計
滝 数	30	6	5	1	3	1	5	51

その他：魚道1、庭園3、公園1

滝の色	明（灰、灰褐、灰茶）	中 間	暗（黒、暗灰、暗茶）	合 計
滝 数	15	19	66	100

滝の肌目	滑 肌	小粒凹凸	片状凹凸	合 計
滝 数	17	33	50	100

滝の表面植生	草、つた	草	草、ワ	コ ケ	無	合 計
滝 数	1	1	28	4	65	99

(°)

見通角度	-10-0	0	～10	～20	～30	～40	～50	～60	～70	～80	合 計
滝 数	7	7	12	12	15	10	5	9	8	9	94