

ラバースチールによる鋼製透過型砂防堰堤底版コンクリートの補修事例について

シバタ工業株式会社 ○西村 佳樹、鳴海 正寿、中野 泰雄
国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 城ヶ崎 正人、山崎 忠、熊井 良夫、三戸部 太一

1. はじめに

鋼製透過型砂防堰堤（以下、鋼製堰堤という）の底版コンクリートは、鋼製堰堤脚部の固定を行い鋼製堰堤を支持するとともに、作用する流体力や堆砂圧を地盤に伝える重要な役割を担う。さらには、溪床高を安定化させるとともに、下流へ土砂を流下させる流路としての役割も果たしている。以上のことから、底版コンクリートの摩耗によるコンクリート厚さの減少は、鋼製堰堤脚部の根入れ長の減少により、作用する流体力や堆砂圧に対して鋼製堰堤の安定性を失い、倒壊につながる危険性を増大させるほか、溪床高の低下にも影響を及ぼすことになる。これらより、鋼製堰堤の長寿命化を図るうえで、底版コンクリートの摩耗対策は重要な課題であるが、その摩耗対策として、堤冠保護工で多く使用されているグラノリシックコンクリートやさらに耐久性に優れたラバースチール¹⁾を底版コンクリート表面に被覆し、摩耗を低減させる方法が挙げられる²⁾。ここでは、既設鋼製堰堤の底版コンクリートの摩耗対策として、ラバースチールで補修した事例を報告する。

2. 鋼製堰堤の概要

補修した底版コンクリートの鋼製堰堤は、長野県松本市波田町の黒川に位置する波田黒川第3号砂防堰堤で、溪床勾配 1/19.5 (2.94°)、溪床幅 20m、土石流ピーク流量 739m³/s、土石流流速 6.9m/s、最大礫径 1.0m の河川条件に設置されている。堰堤高さは、12m、水通し幅 20m、鋼管径φ609.6mm、鋼管の純間隔は 1.34m であり、平成 13 年 12 月に完成した。



写真-1 堰堤上流側の堆積状況

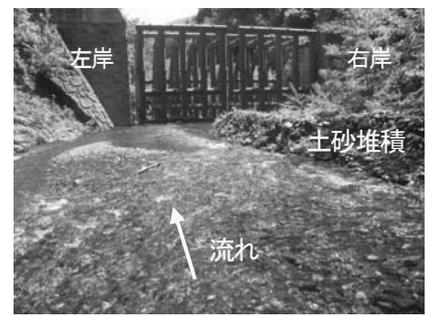


写真-2 堰堤上流側の河川状況

施工前の状況では、写真-1, 2 に示すように堰堤上流側には流木や土砂礫が底版コンクリートから約 3m 高さまで堆積しており、さらに上流側では右岸側に土砂が多く堆積した状況から、底版コンクリートの摩耗は常時の流水によるものと、堆積後の落下水によるもの、さらには右岸側の土砂の堆積から左岸側に流水が集中し摩耗が進行したものと推測される。

3. 底版コンクリートの摩耗状況

完成から 12 年経過後、底版コンクリートは写真-3 に示すように鋼管の周囲や下流側に 10~20cm 程度の摩耗が多く見受けられ、鉄筋が露出し、摩耗や破断を生じていた。

さらには、写真-4 に示すように最上部列と 2 列目の左岸側の鋼管と非越流部コンクリートとの間で、最大約 90cm の摩耗が進行しており、補修を要する状況が伺えた。

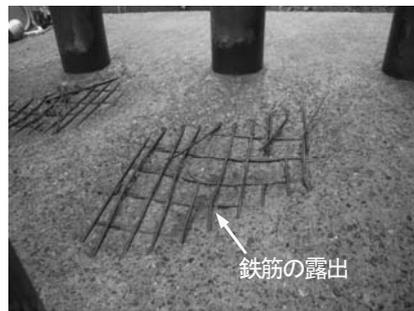


写真-3 摩耗による鉄筋の露出



写真-4 最大摩耗箇所(深さ約 90cm)

4. 補修による摩耗対策

摩耗対策として同管内で 1985 年 7 月に初めて設置して以来のラバースチールの施工実績のうち、年間摩耗量が平均 0.26mm/年と微少である結果¹⁾も得られており、50 年以上の耐用年数が見込まれること等からラバースチールでの補修が実施された。

4.1 ラバースチールの構造

摩耗対策として使用したラバースチールは、図-1 に示すようにゴムの弾性と鋼板の剛性を複合させた構造で、厚さは 50mm である。使用するゴムは接着層や空隙等がない均一な構造で、鋼板はゴムで完全に被覆され、加硫接着という方法でゴムと強固に一体化されている。また、ラバースチールの固定は、コンクリート内部に埋設されたアンカーボルトと頭部がゴムで被覆一体化（加硫接着）された固定ボルトで行う方法であり、万一損傷した場合でも固定ボルトを取り外すことにより損傷箇所のみ取り替えが可能な構造である。

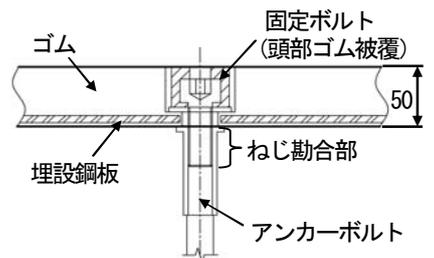


図-1 ラバースチールの構造

4.2 施工

施工は、①堰堤上流側の流木、土砂の撤去、②仮設工の設置、③鋼製堰堤内の土砂撤去、清掃、④コンクリート打設、⑤ラバーsteel配置、⑥コンクリート穿孔、アンカーボルト打設、⑦固定ボルト締め付け、⑧出来形確認、完成の順で実施された。

仮設工は、堰堤中央にコンクリート壁を施工し、半川締め切りとして施工された(写真-5)。ラバーsteelの配置は、鋼製堰堤内にクレーンによりラバーsteelを吊り下ろすことができないと判断し、鋼製堰堤内のみラバーsteelの形状を幅 0.5m、長さ 2m(標準形状は幅 1m、長さ 2m)に縮小し、鋼製堰堤内に人力で搬入できるようにした(写真-6)。アンカーボルトの打設は、コンクリート打設後のあと施工とし、ラバーsteel配置後、ラバーsteelの穴位置を削岩機を用いてコンクリート穿孔(写真-7)し、孔内をよく清掃後、エポキシ樹脂を注入してアンカーボルトを定着させた。固定ボルトは、トルク管理により締め付けを実施し、完成とした(写真-8)。

今後の施工にあたっては、人力での搬入であったことから軽量化が望まれたこと、また形状を縮小したことによりアンカーボルトの本数が増加したが、あと施工とする場合では穿孔作業があることから、アンカーボルト本数の低減が望まれた。



写真-5 仮設工(半川締め切り)



写真-6 ラバーsteel配置



写真-7 コンクリート穿孔



写真-8 出来形確認、完成

5. ライフサイクルコストの試算

ライフサイクルコストはラバーsteelとコンクリートとの比較とし、耐用年数を50年と設定して、初期の工事コストおよび補修を考慮した維持管理コストの合計として算出した。なお、補修回数は、ラバーsteelの場合、同管内での施工実績^りから判断して0回とし、コンクリートは本堰堤の底版コンクリートの補修を12年経過後に実施した結果から4回と設定した。

その結果、表-1に示すように初期の工事コストはラバーsteelが上回るものの、50年後のライフサイクルコストはラバーsteelのほうが26%程度向上するものと想定され、本堰堤の底版コンクリートの摩耗対策としてラバーsteelを適用したことにより、ライフサイクルコストの面でも有効であるものと想定された。

表-1 ライフサイクルコスト(耐用年数50年)

| 工種 | コンクリート | ラバーsteel |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|
| 工事コスト比(①) (1㎡あたり参考工事コスト) | 1 (¥79,000/㎡) | 3.7 (¥290,000/㎡) |
| 補修回数(②) | 4 | 0 |
| 維持管理コスト比(③=①×②) | 4 | 0 |
| ライフサイクルコスト比(①+③) | 5 | 3.7 |
| コンクリートを1とした場合 のライフサイクルコスト比 | 1 | 0.74 |

(備考) 参考工事コストは本工事における摩耗対策工の直工費のほか、補修に必要な補修工、土工、仮設工を含む純工事費を示す。

6. おわりに

底版コンクリートの摩耗対策は、鋼製堰堤の長寿命化を図るうえで重要な課題であり、河川条件に応じて適切な対策を講じる必要がある。ここでは、摩耗対策としてラバーsteelを適用した事例を報告した。本事例では、底版コンクリートの摩耗対策としてラバーsteelの適用が可能であること、また、ライフサイクルコストの面では、コンクリートで15年に1回程度の補修が想定される場合では、ラバーsteelで補修するほうが有効であるとの試算結果が得られた。さらに、ラバーsteelの適用により補修回数が低減できる結果は、周辺に与える環境負荷も低減できる効果が期待できる。今後、鋼製堰堤の底版コンクリートの摩耗対策のほか、砂防施設の長寿命化を検討するにあたり、本報告が参考の一助とされれば幸いである。

謝辞：コンクリートの摩耗状況や施工に関するデータを株式会社フカサワイールの吉川秀徳氏、上条武志氏に御提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 西村佳樹、鳴海正寿、中野泰雄ほか：ラバーsteelの耐摩耗性に関する一考察、平成26年度砂防学会研究発表会概要集、B-424-B-425
- 2) 鋼製砂防構造委員会 調査部WG：平成24年度鋼製透過型砂防堰堤に関する調査研究、平成25年3月、P. 64-P. 71