

大型ゴム堰における各種損傷対策の導入

下村えん堤ゴム堰の損傷検討と対策

Application of various protection methods for Inflatable Rubber Dam

A study of countermeasures against damage by flowing objects on Inflatable Rubber Dam for Shimomura weir

(岡崎支店 矢作川電力センター 土木課)

ゴム堰は空気(または水)を袋体に充填もしくは排除することにより起立または倒伏する堰である。ゴム堰は構造上、転石や流下物による摩耗、損傷を受けやすく、ゴム引布製起伏堰技術基準(案)(以下、基準という)でも十分な検討を行うよう求めているが、具体的手法は定められていないため、当社で最大となるゴム堰の導入にあたり採用した各種損傷対策を紹介する。

(Civil Engineering Section, Yahagigawa Field Maintenance Construction Office, Okazaki Regional Office)

The Inflatable Rubber Dam is a weir that can be inflated / deflated by supplying / exhausting air (or water) into / from the rubber bag. Because of its structure, the Inflatable Rubber Dam sometimes suffers abrasion and other damage by rolling stones and flowing objects. The Japanese standard (draft edition) for inflatable rubber dam requires that damage be considered, but does not specify the methods. This paper evaluates the various protection methods applied to the Shimomura weir, the largest inflatable rubber dam currently constructed for Chubu Electric Power Co., Inc.

1 検討の背景

下村発電所の取水えん堤は東海豪雨(地元では恵南豪雨と称す)に起因した岐阜県(河川管理者)による河川改修計画に同調し、えん堤改修工事を行った。

えん堤構造の検討にあたっては、岐阜県の指導(えん堤地点における計画高水流量 $1,250\text{m}^3/\text{s}$ 、固定堰やゲート巻上機用ピア一等の河積障害物を極力避ける)を考慮し、2径間のゴム堰化とした(第1図)。

えん堤が位置する上村川は矢作川の上流域で、河川勾配は $1/75$ と急であるうえ、洪水時には巨石の流下も想定される。さらに他地点において、金属製と思われる流下物により本体ゴムを損傷した事例も発生している。そこで、下村えん堤ゴム堰工事では、上記の理由から各種損傷のメカニズムの検討と各種損傷対策を導入した。

2 損傷メカニズム

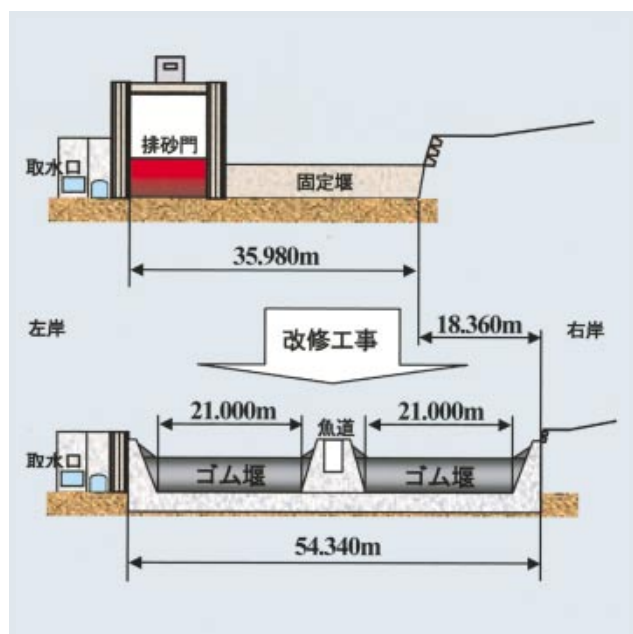
ゴム堰の損傷には「摩耗」「カット」が存在する。摩耗は倒伏時における流下物の通過により、長時間かけてゴムの表面が摩滅する現象で、主要因は転石や流砂であり、カットは流下物の衝突により、ゴムや補強繊維が削り取られたり、切れたりする現象で、主要因は比較的鋭く衝突エネルギーの大きい転石である。ただし、最近のカット状の損傷事例で、鋭利な金属製流下物により、あたかもナイフで切断されたかのような事例も発生している。

3 損傷対策

(1) 摩耗対策

基準では摩耗に影響を及ぼす因子として河床材料、掃流砂量、河川流速、出水頻度等を挙げている。これらを含む計算式として、土砂輸送用パイプの摩耗に関する文献、各種実験データより得られた経験式を用いた結果、 $0.345\text{mm}/\text{年}$ の摩耗量を得た。基準では、摩耗量の調査結果において最大 $0.063\text{mm}/\text{年}$ を示している。調査では流速のみをパラメータとしているため単純な比較はできないが、いずれの調査地点よりも流速が速いこと、掃流砂量が多いこと、調査結果に安全率を含まないこと等から、設計摩耗量としては妥当な値であると判断し、ゴム袋体摩耗代決定の根拠とした。なお、摩耗代は基準よりゴム堰の期待寿命を30年とし、 12mm とした。

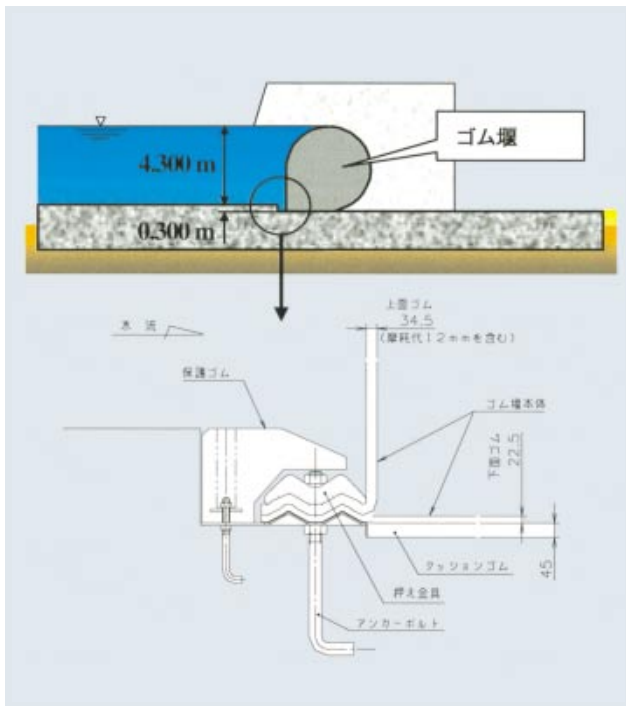
また、押え金具やアンカーボルト等の摩耗に対しては保護ゴムを設けることと、ゴム堰下部工のレベルを下流側で 300mm 下げることにより、転石や流砂との接触をなくすことで摩耗対策とした(第2図)。



第1図 えん堤断面図(改修前後)

(2) 転石によるカット対策

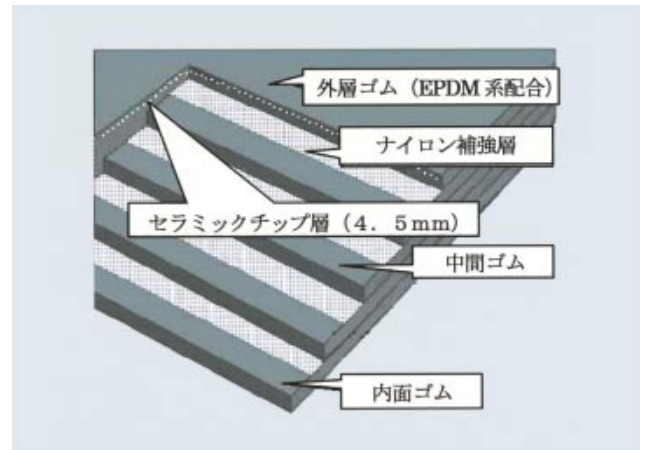
基準によれば、転石によるカットには転石形状および衝突エネルギーが影響を与えるため、そのエネルギーを吸収するよう十分な検討を求めているが、検討手法には触れていない。今回は、河川流速より転石直径を求め、求められた転石直径よりゴムに対する衝突エネルギーを検討した結果、転石直径1.4m、衝突エネルギー13.3kN・mを得た。エネルギー吸収の方法として、当工事では袋体ゴム厚の増およびクッションゴムの敷設により対応した。なお、転石形状を反映した衝突エネルギーの吸収に必要なゴム厚(摩耗代を除く)の決定にはメーカーの社内試験データを使用し、90mm(本体上下面ゴム[34.5mm+22.5mm]+クッションゴム[45mm]-上面ゴム摩耗代[12mm])とした(第2図)。



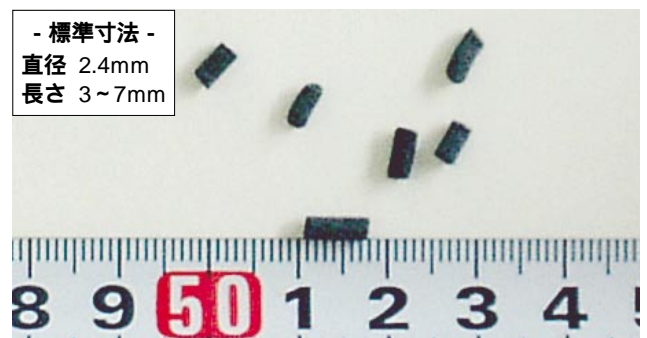
第2図 摩耗および転石カット対策図

(3) 鋭利な流下物によるカット対策

転石によるカットとの違いは流下物の形状がより鋭利で、ゴム面に対して引きずるような力が作用している点で、このような外力に対しては弱いのがゴム堰の実状である。当地点においても東海豪雨時には倒木や寸断されたガードレール等が流下するのが確認されていることから、対策としてゴム堰上流面に円筒状のセラミックチップをちりばめた層を設けることとした(第3図、第4図)。この技術は当初、海外においていたずら防止として導入されたものであるが、先のような外力に対して有効なことから、国内でも徐々に採用が始まっている。



第3図 セラミックチップ層概略図



第4図 セラミックチップ拡大図



第5図 ゴム堰起立状況



第6図 ゴム堰倒伏状況

4 今後の展開

今後は、導入した損傷対策の有効性を確認して行くとともに、急流河川上流部におけるゴム堰導入に反映していきたい。



執筆者/幅上英紀
Habaue.Hideki@chuden.co.jp