

豊平峡ダムの堤頂手摺りに関する一考察

Study for the design of guardrails at Hoheikyo dam

(独) 北海道開発土木研究所河川研究室

正 員 鈴木 優一

正 員 石田 享平

1. まえがき

豊平峡ダムは、札幌市内を貫流する豊平川の上流部に建設された高さ 102.5m、長さ 305.0m のアーチ式コンクリートダムで洪水調節、水道用水の供給及び発電を目的に昭和 47 年完成した。そのダムサイトは支笏洞爺国立公園内に位置しており、豊かな自然と柱状節理の美しい溪谷が魅力で、特に紅葉の名勝として市民に親しまれ、毎年 20 万人が訪れる観光スポットになっている。

当該ダムは完成後 30 年近くを経過しており、堤頂部の手摺りも老朽化し、また一部破損したため平成 10 年から新たに交換することとなった。ここに、既設の手摺りは重厚な構造で利用者の安全管理には優れている一方、子供や視線の低い人等は堤頂からの眺望が手摺りにより制限されてきた。そこで、新たな堤頂手摺りの設計に当たってはユニバーサル・デザイン¹⁾の考え方を取り入れ、だれもが安心と安全をおびやかされる心配がなく、また、同時に自然体で景観を楽しむことが出来るよう設計上の配慮を行うこととした。本報告は、平成 13 年までに下流側手摺の大部分の改修が済んだことを機に、設計時における思惑に対する利用者の挙動について調査し、その結果を考察したもののである。

2. 豊平峡ダムの観光利用

豊平峡ダムは、札幌市の中心部から自動車です約 1 時間の距離に位置しており、近くには定山溪温泉街や自然のむらがあり、また、中山峠や朝里峠へ通ずる観光ルートにも近い。そのため、札幌市民の日帰りや 1 泊旅行に格好の場所となっており、老若男女様々な人々が訪れている。その来訪者の構成についても、単独、カップルや地域のグループ、学校等、多様な組み合わせが見られるこ

とに特徴がある。

そこで、手摺りの構造設計に当たっては、以上の利用実態を踏まえ、特に眺望の改善を目標として視点の高さの異なる人々による利用に焦点を当てた。そして、だれもが特別の方法によることなく等しく景観を楽しめる環境を創出するべく、堤頂手摺りの構造を検討した。

3. 堤頂手摺り設計の考え方

3. 1 設計における目標

具体の施設設計の目標を明確にするため、ダム管理とダム周辺利用の二面から、新たに整備する堤頂手摺りの具備させるべき機能について検討した。

ダム管理の観点からは次の 3 点を考えた。

- ①来訪者に安全と安心を提供する。
- ②維持管理費用の低減を計る。
- ③既施設設との連続性を維持する。

観光目的での来訪者へのサービスの観点からは次の 3 点を考えた。

- ①誰もが観光放流を自然体で見られるようにする。
- ②誰もが眼下に広がる湖水から直近の懸崖、遠望の山並みを一望できる構造とする。
- ③散策者の視覚的違和感を緩和する構造とする。

3. 2 ダム管理面から要求される機能と設計への配慮
管理面に係る 3 項目については以下の設計アプローチを経て図-1、2 の構造形式を採用することとした。

- ①安全の確保に関しては既往の基準を満足するように、材料と構造で対応することとした。手摺りの高さは道路の防護柵の設置基準²⁾に基づき、また、既存施設との取り合いを考慮して 120 cm の高さを確保した。

安心のある環境に関しては、設置場所がダム堤頂

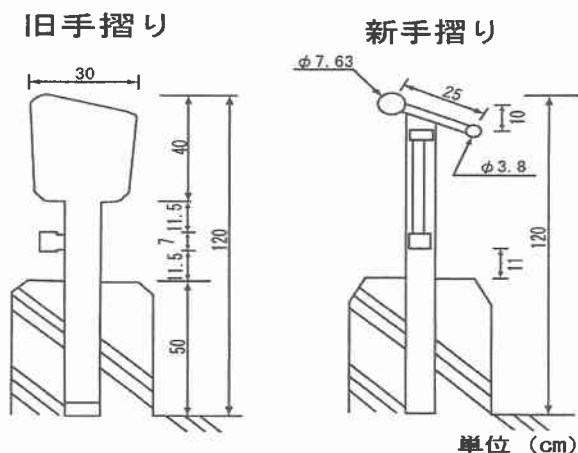


図-1 新旧手摺りの構造図

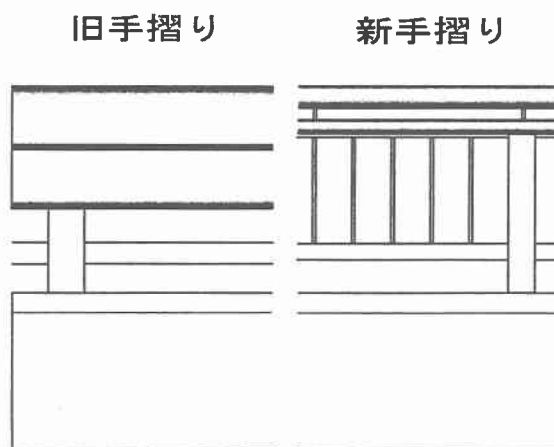


図-2 新旧手摺りの正面図

という特殊性に配慮して、高い場所から身を乗り出すような姿勢をとる人々の不安感を緩和できる構造形態を目指した。手摺りの上端には設置高さ太さの異なる2本の平行する円管を配置することにより、利用者の姿勢を制御すると共に安心感の醸成を狙った。即ち、手前の円管は堤頂から下方をのぞき込む人の上体の前傾を制約し、体重を手摺りにあずけるというよりはむしろ、自立を維持しつつ手摺り越に下方をのぞき見る姿勢をとらせることを狙ったものである。その際、手前の円管は握り易い太さとして、 $\phi 3.8\text{ cm}$ を採用している。2本の円管の設置高さに違いを付け、奥側を高くした理由は、腰を折り谷を深くのぞき込む際の姿勢制限を狙った。即ち、立ち位置から遠い奥側の円管を高くすることにより、本人若しくは第三者が危険を感じる程の前傾姿勢を取りづらくしたものである。従って、奥側の円管はもたれかかるものであつて握ることを予定しないことから、 $\phi 7.63\text{ cm}$ の太い材料を採用することとした。

②一つは機械による除雪において、側方から手摺りへ加わる圧力を緩和できるようスリット構造を採用した。また、塗装費用を少なく押さえるべくステンレス・スティールを採用することとした。

③堤頂手摺りの改修は時間をかけて徐々に実施する計画であつた。そこで、実施途上における既設部分との違和感を軽減させることが必要と考えた。そこで、手摺り上部の円管を異なる高さに設置することとした理由は上に述べた理由に加え、既設手摺りの箱形の上部構の形との間で連続感を意識させる狙いをもっている。また、基礎コンクリート部は一切手を加えず、下段の横桁の設置高さを一致させることで連続性を表現した(図-2)。更に、円管を支持する縦桁の設置間隔は既設と一致させことで、連続感と安全感を醸し出そうと考えた。

3. 3 ダム利用面から要求される機能と設計への配慮

周辺利用の観点からは以下の設計アプローチを採った。ただし、堤頂の幅は4.8m程しかないことから、上流側と下流側とで全く異なる形態の手摺りとするのは妥当性を欠くと考え、①と②を同時に満足する構造を追求することとした。

①観光放流はほぼ直立するアーチダム堤体の中程からスプレー状に放水し、コーン状に拡がりながら落下していく水の造り出す景観を楽しんでもらうものである。この水の造形を見られる視点場としては、右岸アパートの上方にあるレスト・ハウスからの中景と堤頂からの近景が予定されている。しかし、旧手摺りでは横桁が目隠しとなり(図-2参照)上部構の上からのぞき込む姿勢でしか、コーン状の放流を見ることができなかった。そこで、視点の高い人々は手摺り越しに放流を見られる一方、老人、子供、車いす使用者等視点の低い人々は自然体でこれを見ることはできなかった。そこで、新たな堤頂手摺りの設計では、視界を遮る横桁の断面を極力小さくし、縦材をスリット・タイプにすることで、堤頂を訪れる人々の安全と視点の低い人々の下方への視界との

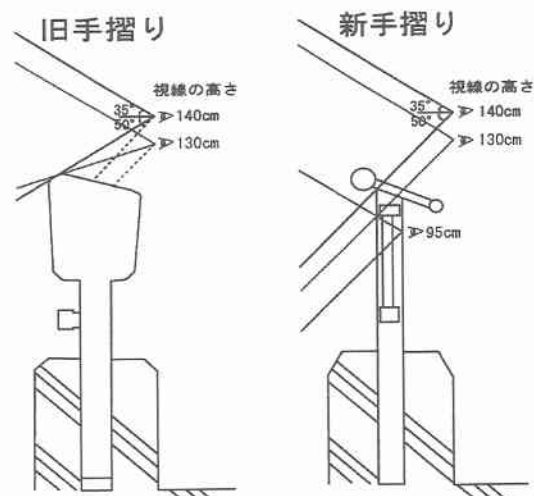


図-3 視点高さと視界の関係

両方の要求に対応することとした。

②上流側を望むとき、堤頂手摺りの横桁が視界の中で夾雑物として作用し始めるのは視点が130cm前後の人々である(図-3)。そして、視点がこれより低くなるにつれ、視野に占める風景の割合が急激に少なくなる。この課題への対処についても堤頂手摺りに①の構造が有効であると考えた。なぜならばスリットタイプは遮蔽部材の面積が大幅に少なくできることから、視点の高さを変更することなく上流景観を近景から遠景まで一体として見やすい環境に改善する効果が期待できるからである。

③堤頂手摺りの材料は維持管理に配慮してステンレス・スティールを採用することとした。表面は塗装せず、塗りつぶしたような平面的な印象となることを避ける目的で、周辺の明暗や色相をぼんやりと写すことの出来るつやけし仕上げを採用した。

4. 新し手摺りからの眺望

4. 1 堤頂手摺りの改修状況

改修工事は10年度から開始され、12年度、13年度の3ヶ年に亘って下流側は左右岸の一部分を除く約262m、上流側が中央付近の一部約12mが実施された。

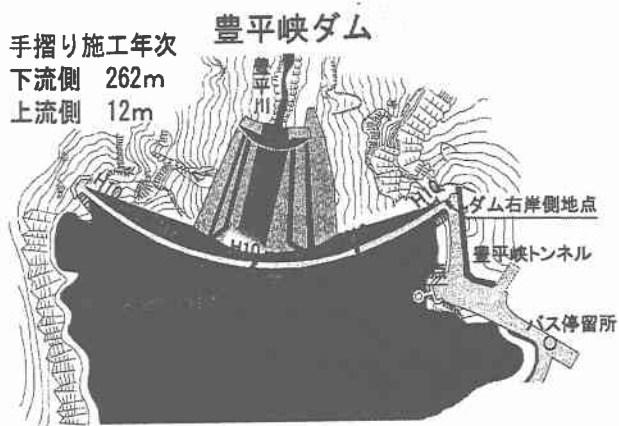


図-4 ダム平面図

4. 2 観光放流の眺望

ダム堤頂から下流の谷部を見下ろすパターンは三つ分けられる。第一は手摺り越しに見る方法で、基本的に従

来と同様の方法である。第二、第三は手摺り上部にある2本の円管の間と、下部スリットの間からのぞき込むパターンである。

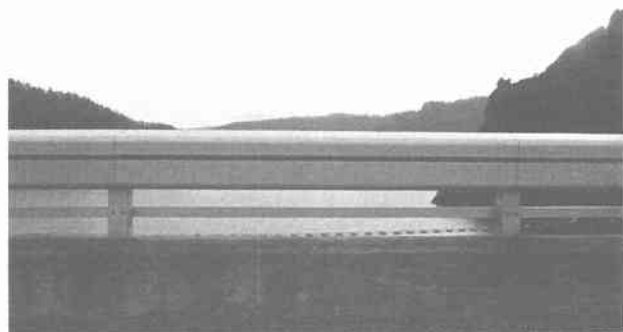
第一のパターンは視点が140cm前後以上の人の利用が自然体で眺望でき、新手摺りでは谷底をのぞく際上部構の円管を握り込む姿勢をとらせる点が従来と異なる。第二のパターンは視点が120cm～140cm前後の人の利用が想定されており、従来は観光放流の飛沫しか見られなかった人々が、新手摺りでは視点を多少前後させることで上部円管の間からコーン全体を見られるようになった。ただし、縦スリットを支持するために設けた上部の横材が視界を分断しており、少し低い位置に設けたならば、放流水の造形をより広い視野で見られる環境にできたものと考えられる。第三のパターンは視点が110cm程度以下の人と高所の苦手な人の利用を想定しており、従来は他者に支えてもらうなどしなければ観光放流を全く見られなかった人々である。新手摺りの場合には、スリットの間からコーンの根本を除く大部分を見られるようになった（写真－1）。



写真－1 幼児の視点（95cm）から谷底を望む

4. 3 上流側風景の展望

ダム堤頂から上流側を展望するパターンは三つに分けられる。第一は手摺り越しに見る方法で、視点が140cm程度以上の人の利用が想定されており、利用方法は従来と同じである。第二の方法は手摺りから少し離れた位置から全景を望む方法で、視点が100～140cm程度の人の利用を想定している。第三の方法はスリットの間から眺める方法で、視点が100cm程度以下の人々を想定している。後二者の人々にとって旧堤頂手摺り区間では山の上部が見えるだけで、山と懸崖と湖の一体となった景観を見られなかった（写真－2）。しかし、新堤頂手摺りの箇所では、スリット部分を含めて前述の三者の一体として見られるようになった（写真－3）。



写真－2 児童の視点（120cm）から湖を望む（旧）

なお、人間の目で認識する範囲がカメラのレンズで15mm～17mm³⁾程度と言われていることから、写真は20mmの焦点距離のレンズ（水平84°、垂直62°）⁴⁾を使用して撮影しており、写真全体がほぼ人間の視野と同程度と見なすことが出来る。写真－2では旧手摺りの上部構が視野の中心部分、特に人間の空間座標感覚に影響を与える誘導視野の範囲（水平30～100°、垂直20～85°）⁵⁾を占めているため眺望が制限され、さらに、手摺りが灰色系のため背景に比べて目立っている様子が良く分かる。他方、新手摺りでは山々と湖面がスリットの間から眺望できダム湖とそれに連なる山並みとして認識でき、ダムの頂上という高いところがもつ解放感も感じられる。

4. 4 副次的効果

豊平峡ダムはアーチダムであることから堤頂は4.8mと狭く、その一方で従来の堤頂手摺りは120cm以下の視線をほぼ完全に遮っていた。他方、新堤頂手摺りの区間（図－4参照）では、堤頂手摺りの外側にある景色がスリット越しに見えるようになった。その結果、車いす使用者等視点の低い人が堤頂部をダム軸に沿って移動する際、従来は両側から視覚的な圧力を受けていたのに対して、新たな環境では開放感を造り出すことができた。

5. 利用実態の現地調査

5. 1 調査方法

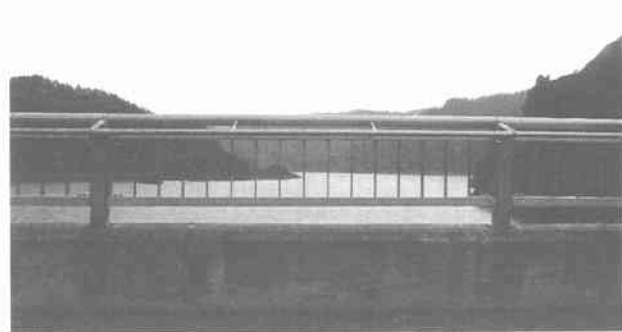
調査は、豊平峡ダムを訪れた人々がどこで、どのような姿勢で風景を眺望するのか調べる目的で、紅葉時期の3連休（10/6～10/8）の初日10月6日土曜日の午前10時から午後3時30分まで行った。

調査方法は、ビデオカメラ3台、デジタルカメラ2台、銀鉛カメラ1台を用いた。天端のダム右岸側地点、ダム中央地点とその中間地点を撮影の固定点として、ビデオカメラで連続撮影した（図－4）。また、デジタルカメラと銀鉛カメラで固定点やその他の箇所での来訪者の姿を撮影した。撮影に当たっては、来訪者が景観を眺望する自然な姿を捉えるため、撮影自体が被験者の行動に影響を与えないように細心の注意を払った。

調査当日は調査時間中約1,000名の来訪者がダム天端を訪れ観光放流と紅葉した山と湖の景観を眺望している。

5. 2 調査結果

豊平峡ダムを訪れるには、大部分の人が冷水トンネル入り口から電気バスに乗車し、ダム右岸側の停留所で降車する。その後の動線はダム右岸からダム湖と山並みを眺めながら接近し、ダム天端に進入することになる。そ



写真－3 児童の視点（120cm）から湖を望む（新）

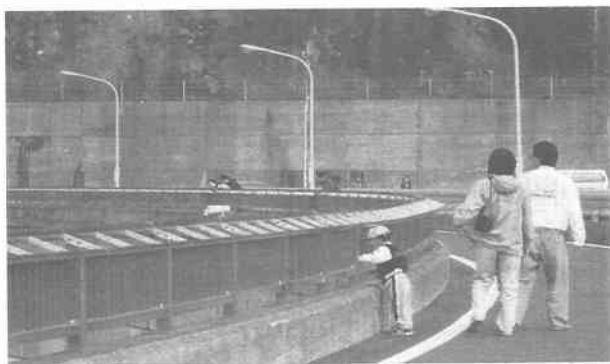


写真-4



写真-5



写真-6



写真-7

して、ダム右岸側の新手摺り付近で一旦立ち止まりダム下流側の観光放流と溪谷を觀賞し、次に、下流や対岸（右岸側）の紅葉を觀賞していた。次いで、ダム中央付近まで移動し、ダム中央部付近で立ち止まり、再度下流側（谷底、観光放流）をのぞき込み、その後、右岸側に引き返しつつ上流側や対岸（右岸側）の紅葉を見ている来

訪者が多かった。

多くの来訪者が右回りに移動する理由としては、ダム堤頂への接近途上において、既に湖と上流の山並みを眺めてしまうこと、及び下流側で観光放流を見られることから、人々が先に下流側へ向かうためと考えられる。

改修時の目的とした視線の低い人々が自然体で眺望可能な環境造りについて、改善効果の明らかな人々の代表的な画像を以下に示す。

写真-4の子供は身長が110cm程度と思われるが、新手摺りではスリットを握りながらぎりぎりまで顔を寄せ立ったままの自然な姿勢で眺望している。これは4.2の第三のパターンにて想定した通りの利用形態である。他方、写真-5では同じ子供が旧手摺りでは膝まづかなければならず、展望環境の改善効果が良く現れている。

写真-6は、新手摺りからダム下流側をのぞき込んでいる例である。旧手摺りでは、構造上身長が140cm以下の人にとって視野が著しく阻害されていたが、お年寄りが、4.2の第二のパターンにて想定した隙間からのぞき込んでおり、無理のない姿勢で眺望が出来るようになった事が良く分かる。

写真-7は、家族連れが4.3の第二、三のパターンにて想定した方法で、ダム下流の谷部を眺めている状況が見られる。本例では家族連れが全員で同時に同じ景観を楽しむ様子が認められたことは、当初の想定以上の効果であった。さらに、歩きながらの眺望も可能になっており、景観眺望の機会が増えていることが分かる。

5. まとめ

手摺りの改修に当たっては、ユニバーサル・デザインの考え方を取り入れ、安全性、安心感と同時に眺望性の向上に配慮して検討を行った。現地調査から、子供やお年寄り等、視線の低い人々にとって所期の効果が得られ、これが家族連れが同じ様に景観を楽しめることに繋がったことが確認された。また、多くの人が手摺りを握ることが認められ眺望への安心感を改善できたものとする。

新手摺りは特別の構造は一切無なく、どこにでもある材料の組み合わせで全体を構成することができた。また、視点の高さの異なる人々が自然体で特別の方法によることなく、同じ風景を誰もが一緒に楽しむことができる環境を造り出すことが出来たものとする。この二点から、本事例におけるユニバーサル・デザインへの試みは満足すべき結果が得られたものとする。

参考資料

- 1) Ron.Mace 他:The Principles of Universal Design.version 2.0,4/1/97,http://www.design.ncsu.edu/cud/univ_design/princ_overview.htm
- 2) 社団法人 日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説、p p 63-64、平成10年11月
- 3) 大山 正：視覚心理学への招待―見えの世界へのアプローチ、サイエンス社、p p 4、2000年
- 4) キヤノン：レンズ仕様一覧表
- 5) 野呂影勇他：図説エルゴノミクス、日本規格協会、p p 292、1990年