

本河内低部ダム建設工事について

Construction of Hongochi Lower Dam

田 中 利 典 (たなか としのり)

学生編集委員 (長崎大学大学院)

1. はじめに

長崎県長崎市に位置する本河内低部ダム(口絵写真—1)は明治36年に水道専用ダムとして建設された重力式コンクリートダムです。コンクリートダムとしては日本で二番目に古いダムであり、近代土木遺産にも認定されています。この本河内低部ダムでは、「長崎水害緊急ダム事業」の一環として治水機能を持たせるための改修工事が行われました。また、工事の際には「セメント代用土」とも呼ばれる「三和土(たたき)」がダムの一部に使用されていることが分かりました。本記事では本河内低部ダムの建設工事および三和土について紹介します。

2. 長崎水害緊急ダム事業

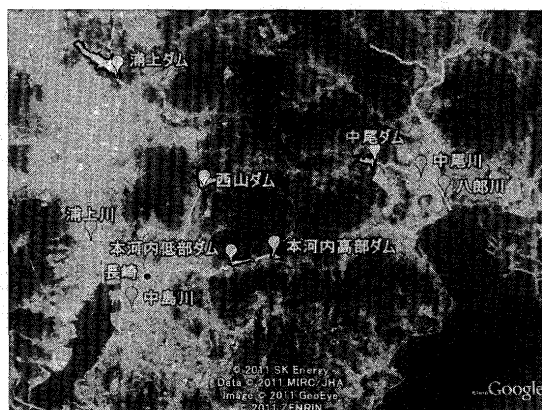
2.1 長崎水害緊急ダム事業の経緯—長崎大水害—

昭和57年7月23日夕刻から長崎県を中心に西日本の広い範囲で低気圧と梅雨前線による豪雨の直撃を受けました。当日、19時から20時までに111.5 mm, 20時から21時までに102.0 mm, 21時から22時までに99.5 mm と、この3時間で313.0 mm という6月の月平均降水量に匹敵する雨が長崎市に降りました。また、長崎市に隣接する西彼杵郡長与町では19時から20時までに187.0 mm という国内史上最大の時間降水量を記録しました。

長崎県の調査によると、長崎市周辺11市町内で9 240箇所の土砂災害、長崎市中心部で床上浸水14 704棟、床下浸水8 642棟の被害が出ました。斜面が多い長崎市では多量の雨水が急激に河川に流れ込んだ上、市周辺の河川は短く急勾配であるため、流れ込んだ水が一気に低地に押し寄せたことにより大規模な浸水被害をもたらしました。

2.2 長崎水害緊急ダム事業の内容

長崎大水害を受けて、中島川および浦上川の治水対策が計画されました。中島川や浦上川は長崎市の市街地を流れておりダム建設の適地がなかったことから、既存の水道専用ダムを利用することとなりました。水道専用ダムである浦上ダム、西山ダムおよび本河内低部ダムの利水容量の一部を治水容量に振り替えて、治水機能を持たせます。これにより失われる利水機能は、本河内高部ダムの容量を増やすことと、ダムサイトの適地を有する八郎川の支流中尾川に中尾ダムを新設することによって補われます(図—1)。



図—1 事業対象ダムおよび河川の位置

3. 本河内低部ダム建設工事

本河内低部ダム建設工事で行われた主な内容は、貯水池掘削、既設ダムの増厚工事、洪水吐きの建設です。工事の基本方針として、「新旧堤体が一体構造として、現行の河川管理施設等構造令で規定された安定基準を満足する」こと、「歴史的景観の保全を考慮して、既設堤体を極力保存する(歴史的ダム保全事業)」こととされました。本河内低部ダム周辺には住宅地が近接しているため、工事にあたっては騒音や粉塵、濁水等に対して様々な対策が施されました。既設ダムの増厚工事および洪水吐きの建設工事に先立ち、貯水池の水抜きと湖底の堆泥処理が行われました。水抜きの際環境対策として、水棲生物を保存するという趣旨で、上流の本河内高部ダムへの水棲生物、魚類の移動が行われました。100年もの年月をかけて湖底に溜まった堆泥は石灰系の固化材により改良し、工事用道路に利用されました。

既設ダムの増厚工事は、現在の耐震基準に適應させるために行われたものです。新設コンクリート打設前に基礎掘削が行われ、その後、堤体と岩盤の隙間に使用されていた「三和土」が除去されました。これらの作業では、既設堤体を傷つけないように行うことにとっても神経を使ったそうです。既設堤体と新設堤体は、「新旧堤体の一体化」の観点から、差筋が打ち込まれています。また、「歴史的景観の保全」の観点から、新設堤体の上流面には自然石が張られました。本河内低部ダムは平成2年度に歴史的ダム保全事業に指定されました。そこで、新設する洪水吐きは、既設堤体を保存するため、全国初となる「堅坑型トンネル式洪水吐き(口絵写真—2~3)」

が採用されました。これは、堤体上流部に内径10 mの円形呑口堅坑、下流部に内径13 mの円形減勢堅坑を建設し、両堅坑をトンネルでつなぐものです。トンネルの内径は4.5 mで、ダム底約20 mの地点に建設されています。減勢堅坑直上流部には、減勢堅坑での空気塊の噴き上げに対して排気ボックスが設けられています。

本河内低部ダムの余水吐きにはRCアーチ橋が架けられています。この橋は、ダム本体と同年の明治36年に日本初のRC橋として建設されており、近代土木遺産に認定されています。工事の際、この橋を傷つけないようにポリウレタンやビニールシートで保護されました。

4. 「三和土」について²⁾

4.1 概説

長崎県下、特に長崎市付近において古くから天川漆喰、天川混凝土等と呼ばれる一種のたたき工法が行われてきました。これは、天川粘土と呼ばれる玄武土に石灰を加えて「二和土（天川漆喰）」としたもの、あるいはさらに砂、砂利、碎石等を加えて「三和土（天川混凝土）」としたものを、加水および混練してモルタル混合物またはコンクリート混合物としたものを突固めて仕上げる工法です。本河内低部ダムでは岩盤と堤体との間に使用されていました。今回、天川漆喰を模擬して供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施したので紹介します。

4.2 対象試料

玄武土は、長崎県長崎市古賀町で採取されたものを使用します。図-2に試料の粒度分布を示します。試料は2 mm以下の土粒子から構成されており、特にシルト分を多く含んでいます。均等係数および曲率係数は、それぞれ $U_c = 3.611$ 、 $U_c' = 0.769$ であり、分級された土であるといえます。試料の土粒子密度は 2.52 g/cm^3 、液性限界は73.24%、塑性限界は42.06%、最適含水比は45.0%、最大乾燥密度は 1.17 g/cm^3 となっています。

4.3 試験方法と設定条件

従来行われてきた三和土の配合ならびに混練方法を参考にして、以下の手順により供試体を作製し、一軸圧縮試験を行いました。石灰添加の有無による力学特性の比較ができるよう、消石灰を添加しないケースの実験も併せて行いました。

- (1) 玄武土：消石灰：豊浦標準砂を体積比で10：5：2の割合で配合し、よく混合するまで空練する。
- (2) 空練を行った後、少量ずつ加水しながら混合する。加水量は玄武土のみで考えた場合に含水比が50、70、90%となる量とした。消石灰を添加しないケースでは、最適含水比の45%とした。
- (3) $\phi = 5 \text{ cm}$ 、 $H = 10 \text{ cm}$ のプラスチックモールドに十分締固まる程度に突固め整形し、供試体を作製する。
- (4) 温度25℃、湿度90%の恒温恒湿層に静置し、7、14、28、56日養生を行う。所定期間経過後、供試体を脱型し一軸圧縮試験を実施する。

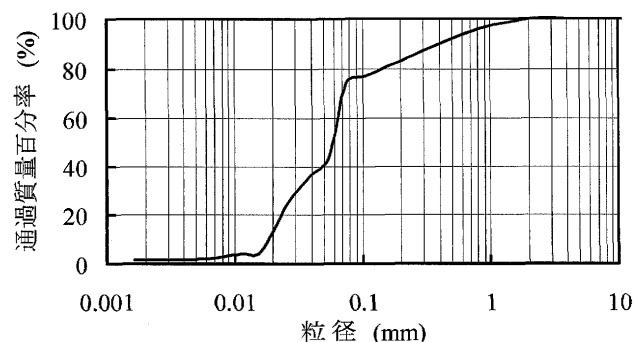


図-2 天川粘土の粒度分布

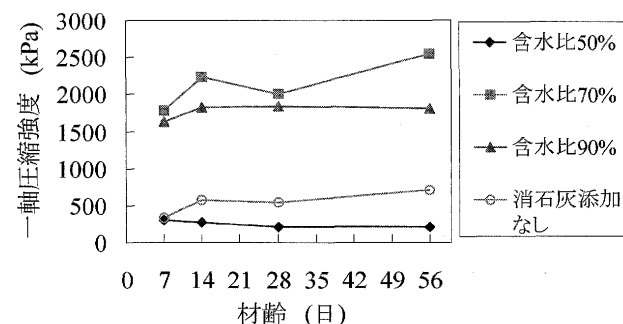


図-3 一軸圧縮試験結果

4.4 一軸圧縮試験結果

図-3に一軸圧縮試験結果を示します。含水比の変化に伴い一軸圧縮強度に相違が認められ、特に、含水比70%および90%の供試体で大きな強度発現が見られます。これらの供試体はセメントモルタルの強度と同程度のオーダーであることから、天川粘土はセメントの代用として使用できるものと考えられます。一方、含水比が50%のケースでは、消石灰を添加しない場合と同程度の強度しか得られませんでした。強度発現のメカニズムは明らかにできていませんが、強度増加に適した含水比が存在するようです。

5. おわりに

今回の見学で、100年以上が経過した既設堤体の保存、歴史的景観の保存、新旧堤体の一体化、近接する住宅地に対する配慮といった制約がある中で、様々な技術を駆使して工事が行われる様子を見ることができました。また、三和土という過去の土木材料（技術）を知ることができました。本稿をまとめるにあたり、現場を案内していただいた龍様をはじめ、前田建設工業株式会社本河内ダム作業所の皆様に取材に応じいただきました。ありがとうございました。

参考文献

- 1) 高橋和雄：豪雨と斜面都市-1982-長崎豪雨災害，古今書院，2009。
- 2) 内務省土木試験所：時局下に於ける土木材料，pp. 133～171，コロナ社，1941。

(原稿受理 2011.5.16)