

100 年前の煉瓦を再利用した旧曾木発電所遺構保存工事*

Preservation works for the ruins of Old SOGI Power Station by reusing the bricks made 100years ago

丸田洋二** 今吉 薫** 並松 繁**

By Youji Maruta** Kaoru Imayoshi** Shigeru Namimatsu**

熊本県南部球磨郡あさぎり町の白髪岳(しらかみだけ 1417m)麓を源とし、宮崎県西部えびの市、鹿児島県北西部の姶良郡湧水町、大口市、さつま町宮之城、薩摩川内市を通り甌(こしき)海峡に流れを注ぐ全長 137 km の川内川(せんだいがわ)がある。上流部は標高 1,000m を超える山々が連なり、年間 2,000 mm 近い雨が降り水量の豊富な河川である。

この川内川には明治末期以降、日本窒素肥料株式会社により曾木第一、曾木第二、川内川、栗野の水力発電所が建設された。この内曾木第一発電所は建設 2 年後に洪水で破損、また川内川発電所、曾木第二発電所は川内川の治水対策による「鶴田ダム」建設で昭和 39 年(1964)、昭和 40 年(1965)に廃止された(栗野発電所は現在も稼働中)。

ここではダム湖に沈み約 40 年、平成 16 年(2004)から取組んだ旧曾木第二発電所(以下旧曾木発電所)遺構保存において 100 年前の煉瓦を再利用した工事について述べる。

1. 旧曾木発電所の歴史

明治後期、鹿児島県伊佐郡大口市(現在の大口市)では近郊の金鉾山の動力源や村落の電灯用に電気の需要があり、のちに「電気化学工業の父」と言われた野口遵(のぐちしたがう 日本窒素肥料、旭化成の創業者⁵⁾)により明治 39 年(1906)川内川上流にある「曾木の瀧」の水力を利用する曾木電気株式会社が設立された。

野口は明治 40 年(1907)曾木第一発電所を建設、出力は 800 キロワットで大口市にある三ヶ所の金山の動力源や近郊村落の電灯用に供給して、余剰電力が出るので熊本県葦北郡水俣村にカーバイト(漁船や自転車の点灯燃料)工場(後の日本窒素肥料株式会社)を設立、送電していた。

その後曾木の滝 1.5km 下流に明治 42 年(1909)10 月発電機 1 機での第二発電所が送電を開始、翌年 10 月残り 3 機による送電も行われ、ここに総発電量 6,360 キロワットの第二発電所が完成した^{6),10)}。この第二発電所は煉瓦造りで、平屋の発電機室と、3 階建ての配電盤室を持つ大きな自家発電所であった。なお第一発電所は明治 42 年 9 月洪水により大破、11 月に発電所廃止届けが出されている。

一方川内川では昭和 29 年(1954)8 月、昭和 32(1957)年 7 月と度重なる洪水が起り、第二発電所下流に洪水調整・発電を目的としたダムが建設されることになり、昭和 41 年(1966)3 月「鶴田ダム」として完成(発電停止は昭和 40 年 2 月 15 日)煉瓦造りの建物は約 55 年に及ぶ発電所の歴史に幕を閉じ湖底に沈むことになった。

2. 建物概要

明治初期、首都東京で起きた大火をきっかけに銀座の煉瓦街建設が進められ、市街地においては今までの木造家屋から都市部の不燃化が叫ばれ、官庁街や三菱財閥による丸の内地区で煉瓦造りの建物が多く建設された。

この煉瓦造りは瞬く間に全国に普及し、公共の建物、銀行、工場、発電所など多くの建物が建設された。

ここで取上げる曾木第二発電所も煉瓦造りの建物で規模としてはかなり大きなものであった。建物の復元図を図-2 に示す。

* Keywords : 水力発電所、保存工事、煉瓦造

** 清水建設株式会社 九州支店

(〒810-8607 福岡市中央区渡辺通三丁目 6-11)

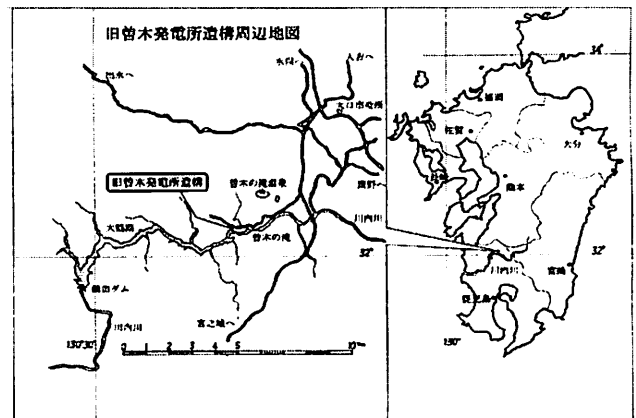


図-1 旧曾木発電所遺構周辺図

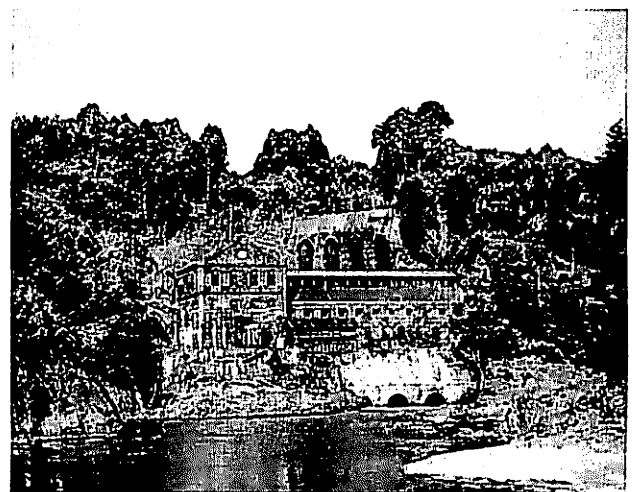
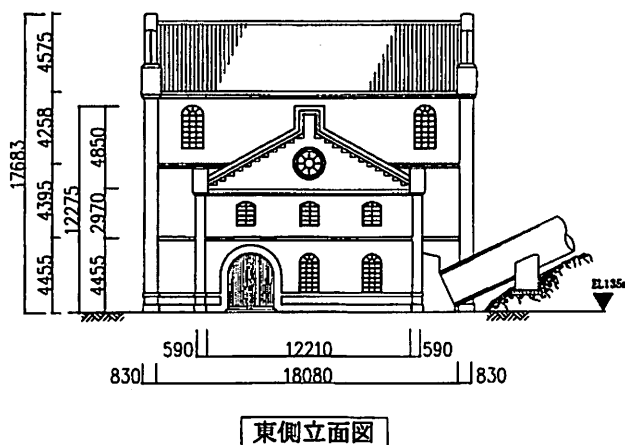
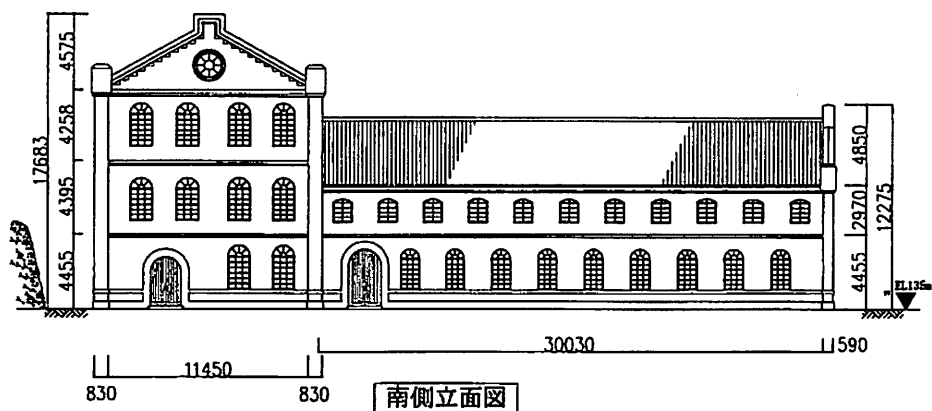
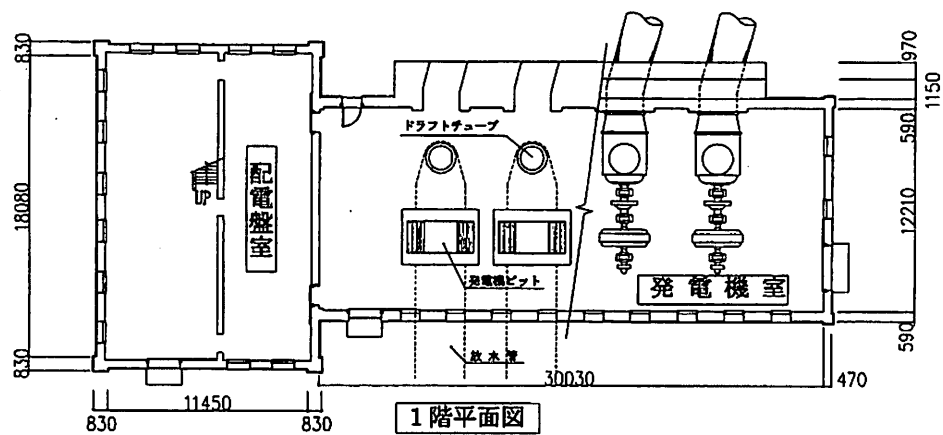
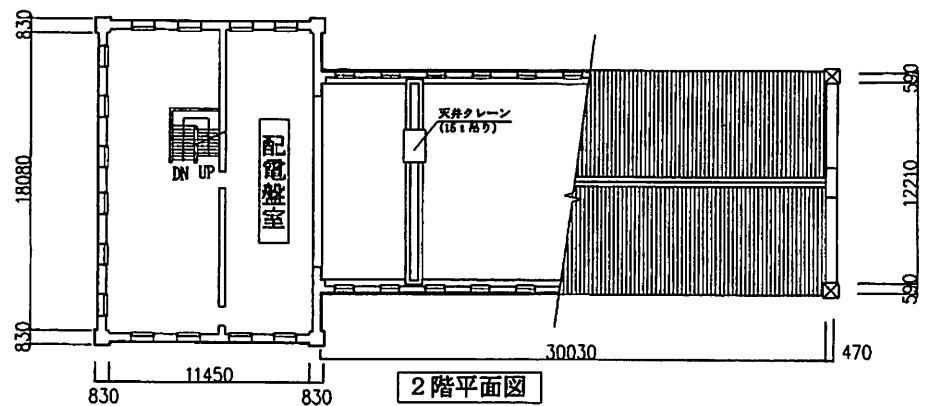


写真-1 操業時の曾木第二発電所 (チッソ提供)

3. 発電所機械設備の概要

古い建物の保存・改修工事等で、特に電力・エネルギー・各種生産施設については機械類の配置を把握する事が重要である。それはどんな機械がどこに設置されていて、基礎形状はどのような大きさであったかを確認して置かないと建物の補強方法を決められないからである。



所在地 鹿児島県大口市板木尾地先
 構造規模 煉瓦造3階建(発電機室は平家)
 建築面積 約610㎡(内発電機室は約380㎡)
 屋根構造 鉄骨トラス、波鉄板張
 床組構造 2階3階は鉄骨I 梁大引の上
 アンクル根太鉄板張
 (建物の図面は残っていないが、
 屋根・床 については当時の
 写真や煉瓦壁の痕跡から推定)

図-2 旧曾木発電所復元図(推定)

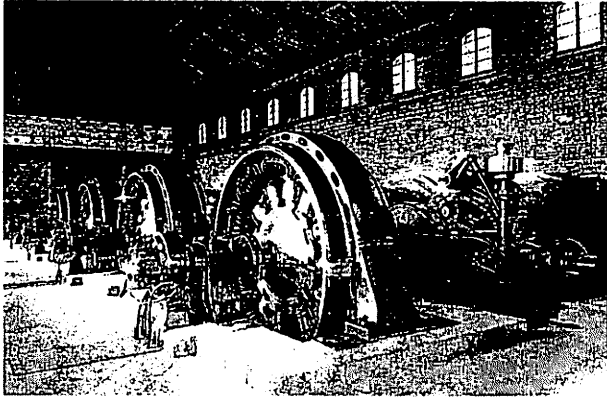


写真-2 曾木第二発電所 発電機室内部
左 発電機、右 水車 (チッソ提供)

工事着手前の時点(平成 16 年)で、大口市の調査報告書(「曾木発電所保存活用基礎調査報告書 平成 12 年 12 月発行」¹⁾、「曾木発電所保存修復報告書 平成 14 年 3 月発行」²⁾やチッソ株式会社水俣本部所有の資料(曾木発電所竣工図:新日本窒素肥料株式会社 昭和 35 年 10 月作成³⁾)を入手して調べてみたが水車や発電機の詳細は記載されておらず、また基礎構造についても不明であった。

水力発電に関する古い書籍を調べたところ水車はフランス水車の一種で「前口水車」と呼ばれ、落差 10~30m の発電所に多く使われ、同じ物が中部電力(株)長良川水力発電所に保存・展示されている事が判った^{7), 8)}。

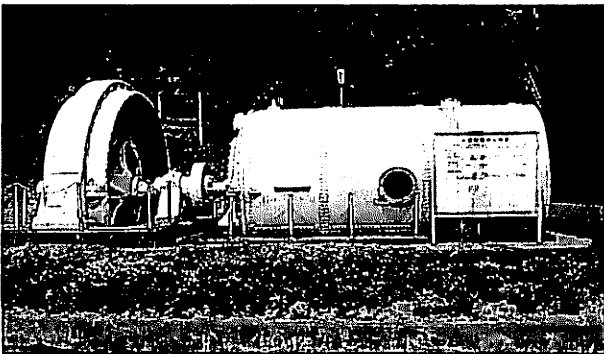


写真-3 中部電力(株)長良川水力発電所構内に展示してある発電機(左)と水車(右)

(平成 17 年 6 月 20 日撮影)

中部電力(株)長良川水力発電所は明治 43 年(1910)2 月に完成しているが、当時は名古屋電燈(株)長良川発電所と言い、建設にはジーメンズ・シュッケルト社の元技師野口遵が関わっている。曾木第二発電所と長良川発電所はほぼ同じ時期に建設され、またそこに使われた発電設備類も同じもので、発電機はジーメンズ・シュッケルト(Siemens-Schukert)社製、水車はフォイト(Voith)社製でいずれもドイツの工場で作られたものと判明した^{8), 9)}。

幸い中部電力(株)には、当時の設計図(ドイツで作成されたもの 写真-4 参照)が保存されており、それを参考に旧曾木発電所の発電機室断面図(推定)をまとめる事が出来た(図-3 参照)。

なお、明治・大正期の水力発電所には、ドイツ フォイト(Voith)社製、スイス エッシャー・ウイス(Escher-Wyss)社製、スウェーデン ベービング(Boving)社製と日本の電業社製、久原鋳業社製などの水車が使われていた⁸⁾。



写真-4 名古屋電燈(株)長良川発電所の水車(左)発電機(右)据付け図、左下に Siemens-Schukert の書き込みが見られる

(中部電力加茂電力センター提供)

4. 旧曾木発電所遺構保存工事概要

工事は国土交通省九州地方整備局鶴田ダム管理所(以下ダム管理所)より「板木尾地区旧発電所跡整備その他工事」として発注された。

発電所遺構がダム湖に沈み 40 年近く経過し、その間に堆積した土砂の量は約 10,000 立方メートルを超えているので工事は先ずこの堆積土の撤去と、煉瓦壁の倒壊防止仮補強工事を行い、その後埋没煉瓦を再利用した本補強工事と二段階に分けて行った。

ダムの水位は毎年 5 月下旬になると旧発電所敷地の G.L(Ground Line)面である EL(Elevation Line)135m 以下に落ちるのが例年の事である。その間に EL140m 以上に仮設の道路や仮設構台を設置して、建物周りに堆積している粒子の細かなシルト質土砂を取除く準備作業を行い本格的な作業に入った。

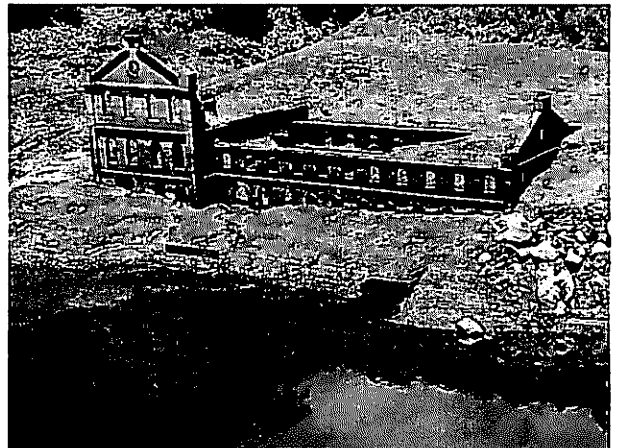


写真-5 工事着手前の旧曾木発電所遺構

(平成 17 年 5 月 25 日撮影)

4-1 仮補強工事

旧発電所遺構保存工事は平成 16 年 8 月 17 日に発注されたが、8 月末と 9 月初めの豪雨でダムの水位が上昇、遺構が水没したのでダム管理所から 9 月 8 日に工事中止命令が出た。そして翌 17 年 3 月 28 日から繰り越し工事として行われる事になり、工事施工計画書や仮補強設計書などを提出し 6 月初めから本格的な作業に入った。

仮補強工事は建物周りの堆積土を取除いた後に行うが、作業中に予期せぬ力が作用して、壁に変形が出たり、あるいは倒壊する等の危険が無いよう以下の作業を行った。

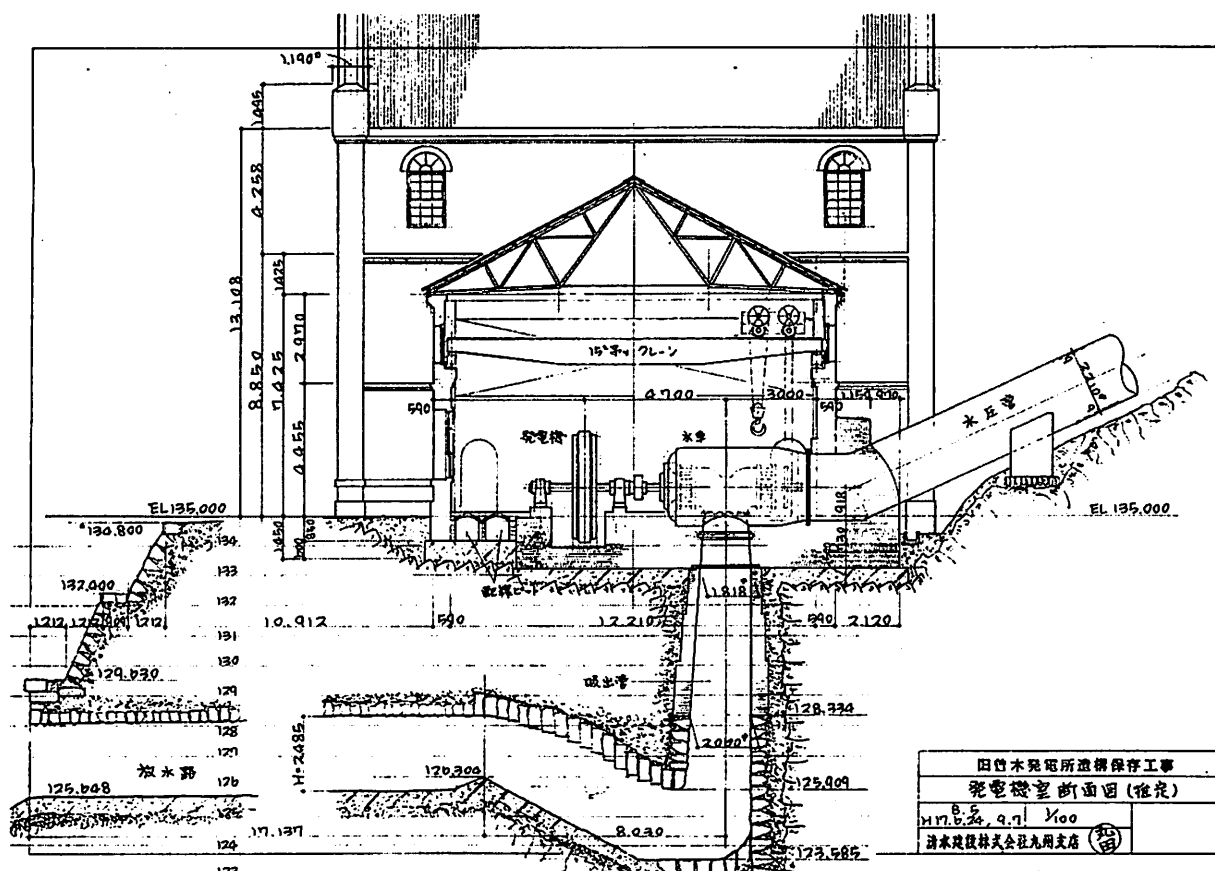


図-3 発電機室断面図(推定)

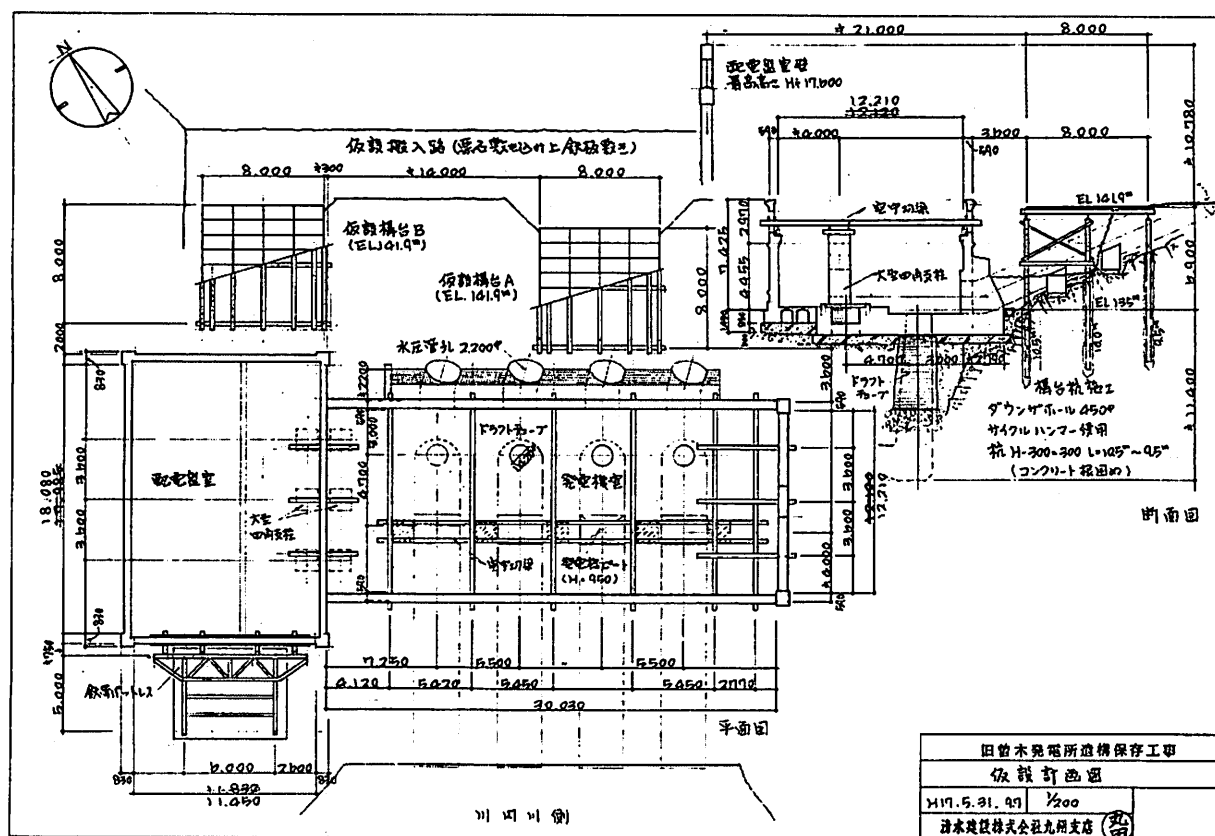


図-4 仮設計画図

(1) 発電機室

桁行方向の壁は南面・北面とも下部は厚いが、上部は薄く開口部も多く構造的に弱点がある。そのため南北の壁を鋼材で結合し壁の動きを止める「空中切梁工法」を採用した。

(2) 配電盤室

北面・西面の壁が崩壊し、南面妻壁が高さ約17mの一枚壁として自立している状態である。煉瓦も2枚積み(厚み約470mm)で薄く、見た目にも不安である。この部分の補強は外部に「鉄骨トラス組バットレス」を建て壁の上部を固定する方法を採用した。

堆積土の取除きと並行して仮設道路造成、作業構台設置などの作業を進め、建物内部に設置する「空中切梁」や外部に建てる「鉄骨トラス組バットレス」部分の掘削を行った。特に発電機室内部に設置する「空中切梁」を支持する5基の大型支保工は発電機ピットの横で、厚く積もった軟弱な堆積土を壺堀して据付ける作業なので、掘削法面が崩壊しない内に行う必要があり大変困難を極めた。

また配電盤室南面の高い壁を支持する鉄骨トラス組バットレスの基礎部分の作業(堆積土撤去、基礎コンクリート打設)は、振動で煉瓦壁の転倒が予測されるので見張りを立て作業を行った。その後鉄骨建て方作業に入り煉瓦壁の倒れを防ぐ手当てをして埋没煉瓦の回収を行った(約10,000本)。これらの工事は平成17年の6月上旬から8月下旬にかけ行われたが、天候にも恵まれ予定通りの作業を行う事が出来た(図-4に仮設計画図を示す)。

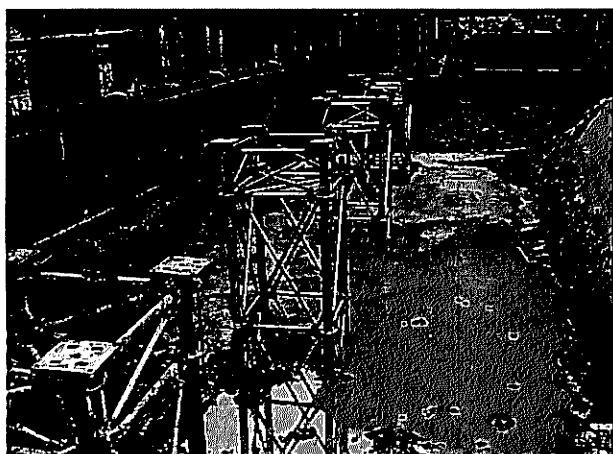


写真-6 発電機室空中切梁支持大型支保工設置状況
(平成17年6月20日撮影)

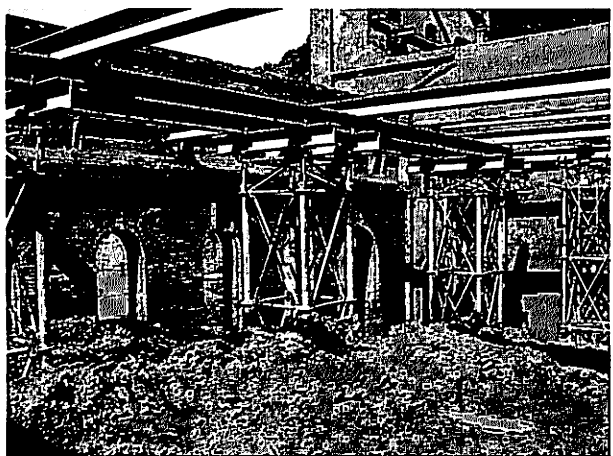


写真-7 発電機室空中切梁設置状況
(平成17年8月12日撮影)

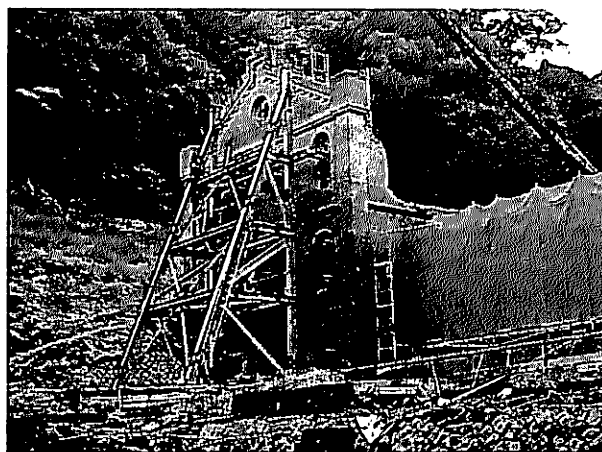


写真-8 配電盤室鉄骨トラス組バットレス施工状況
(平成17年7月11日撮影)

4-2 本補強工事

当遺構の保存工事は当初の計画は鉄筋コンクリートによる補強であったが、以下の点で無理があり採用出来ないと判断した。

- ① 鉄筋コンクリート構造物はどんなに丁寧に施工しても鉄筋が錆び、ひび割れが入るので耐久性が確保できない。特にダム水位が変化する場所なので、部材厚の薄いコンクリート構造物はひび割れが発生し易い。
- ② 壁・基礎のコンクリート重量が大きいため、地盤の沈下をまねき煉瓦壁に無理な力を与え、かえって煉瓦壁を傷めることになる。
- ハ) 現場に搬入する材料が多く、又配筋・型枠組立て・コンクリート打設・型枠解体などの作業で工程を長くし、ひと夏で工事が終わらないと思われる。

当遺構は配電盤室北及び西面の壁が大きく崩壊し、大量の煉瓦が堆積土に埋没しているため、これを利用した「補強対策設計(案)」を曾木発電所遺構補強対策工事着工概況報告会に提案し了承された。

その骨子は以下のようなものである。

- ① 煉瓦造遺構がダムに沈み40年、建物完成後約100年を経過しているが、煉瓦の材質変化は見られない。
- ② 配電盤室で使用された煉瓦は約200,000本、崩壊した部分の煉瓦は約50,000本である。再利用する煉瓦の数量は約30,000本、煉瓦は他所に流されておらず煉瓦の形も壊れていないものが多いので採取可能と判断される。
- ③ 当建物に使われた煉瓦で補強を行う事は、遺構の形態を保ち又経済的にも工期的にもメリットがある。
- ④ 発電機室の煉瓦積み壁は、南側の一部に不同沈下の状況が見られるが大体元の形で残っている。
- ⑤ 配電盤室は3階建ての建物で、壁の自立高さが17mとなっている。この高い自立壁は煉瓦積みによる補強は無理なので、鉄骨フレームにより壁を支持する方法を採用する。鉄骨の工場製作で現場における作業量を大幅に少なくすることが出来る。

(1) 平成18年の工事概要

平成17年は堆積土の取除きと、発電機室・配電盤室の煉瓦壁倒壊防止の仮補強工事を行った。そして平成18年は煉瓦及び鉄骨によるバットレス設置工事(本補強工事)を行う予定で作業を進めていたが、7月中旬の豪雨によるダム水位の急上昇で中断した。結局この年は基礎コン

クリート打設と埋没煉瓦の回収・ケレン(20,000 本)を行ったのみで、実際の工事は翌年へ繰り延べとなった。



写真-9 埋没煉瓦の回収作業(1 個 1 個拾い上げている)
(平成 18 年 8 月 1 日撮影)

(2) 平成 19 年の工事概要

平成 19 年の工事は、ダムの水位が EL135m 以下になった 5 月 14 日(月)から行い、前年と同じように、遺構周囲の堆積土の取除きと並行して仮設道路造成、作業構台設置などの作業を進め、建物内部に堆積している土砂の取除きを行う事から始め、本補強工事の施工に入った。

発電機室部分は昨年回収した埋没煉瓦(目地モルタルは鏝で除去済み)を使用した「煉瓦バットレス(控え柱)工法」を、配電盤室部分南側壁は高さが最大で 17m 近くあるので、壁を内側から支える「鉄骨バットレス」工法を採用した(図-5、6、7 写真-10、11、13、14 参照)。

作業はいずれも基礎コンクリートを打設した後に行うが、煉瓦バットレスは 1 日の煉瓦積み高さを約 1m(煉瓦 14 段)として施工した。

鉄骨バットレスは骨組みを単純な形にして、建て方における「逃げ」を吸収出来る納まりとし、また耐候性鋼材を使用してメンテナンスフリーを図っている。

工事可能な日数が決まっているので、いずれの作業も簡素化して仮設材料が少なく工場製作出来る物は工場で行い、現場における作業量を大幅に少なくした。

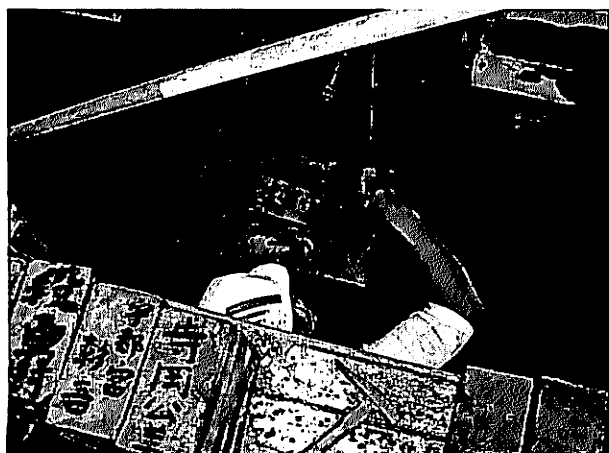


写真-10 発電機室煉瓦バットレス施工状況
(平成 19 年 6 月 23 日撮影)

煉瓦積みは 6 月初めから 7 月末にかけて行ったが、梅雨の季節雨の日が続く中、足場の林立する作業環境の悪い中での作業となり、シート養生を行い総数 28,660 本の

煉瓦を、職人延べ 200 人で施工した。作業においては既存煉瓦壁面とバットレスの接合強度確保の樹脂アンカーの確実な施工と煉瓦の水湿時間確保、目地モルタルの調合・オープンタイムの管理等を行った。

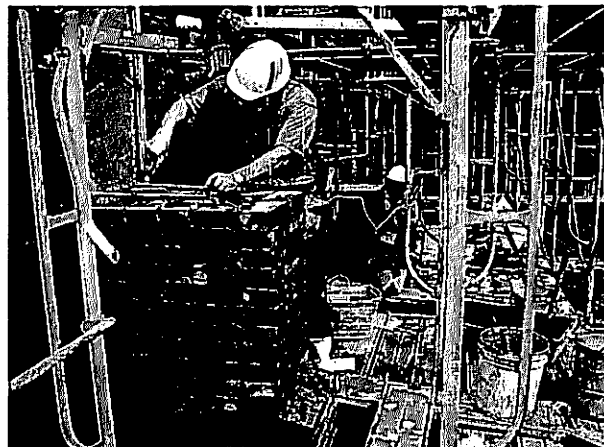


写真-11 配電盤室煉瓦バットレス施工状況
(平成 19 年 7 月 5 日撮影)

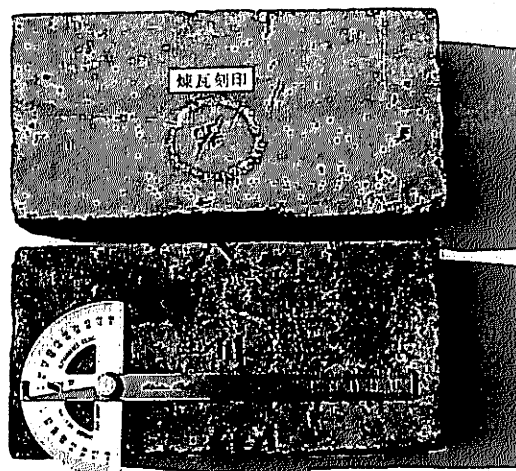


写真-12 煉瓦の刻印(上 四つの小さい凹型、下 三の字)
(平成 20 年 1 月 14 日撮影)

一方、鉄骨バットレス工事では鉄骨溶接部の確実な作業・煉瓦挟み鉄骨の荷重を壁に作用させない事などを考慮している。

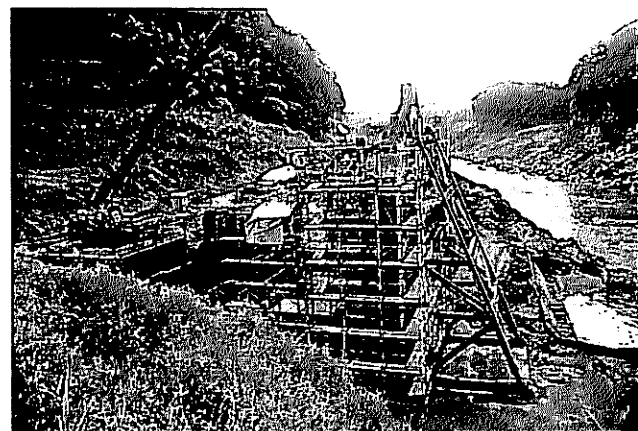


写真-13 配電盤室鉄骨バットレス組立て作業(左側)
右側の仮補強バットレスはその後撤去
(平成 19 年 7 月 4 日撮影)

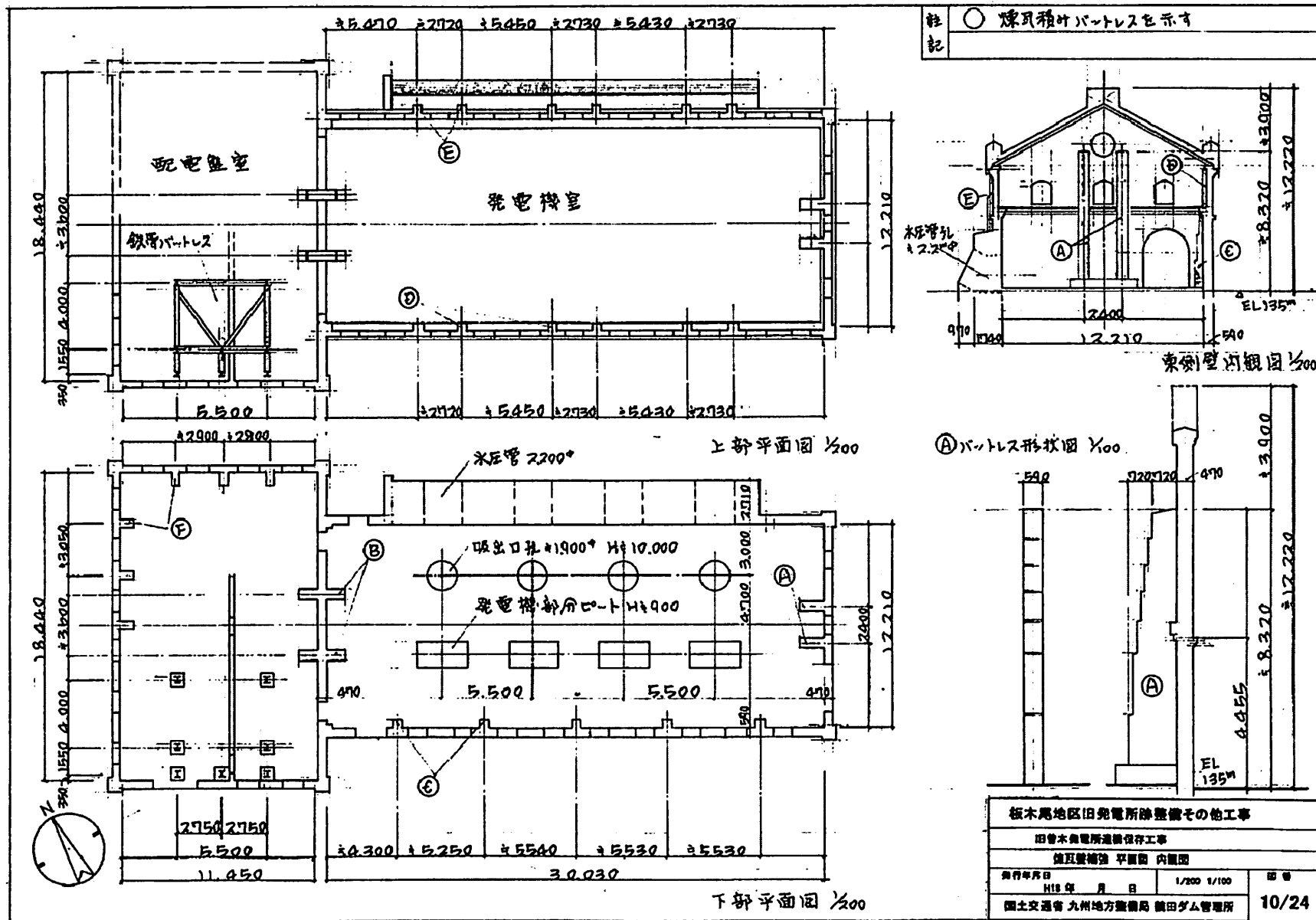
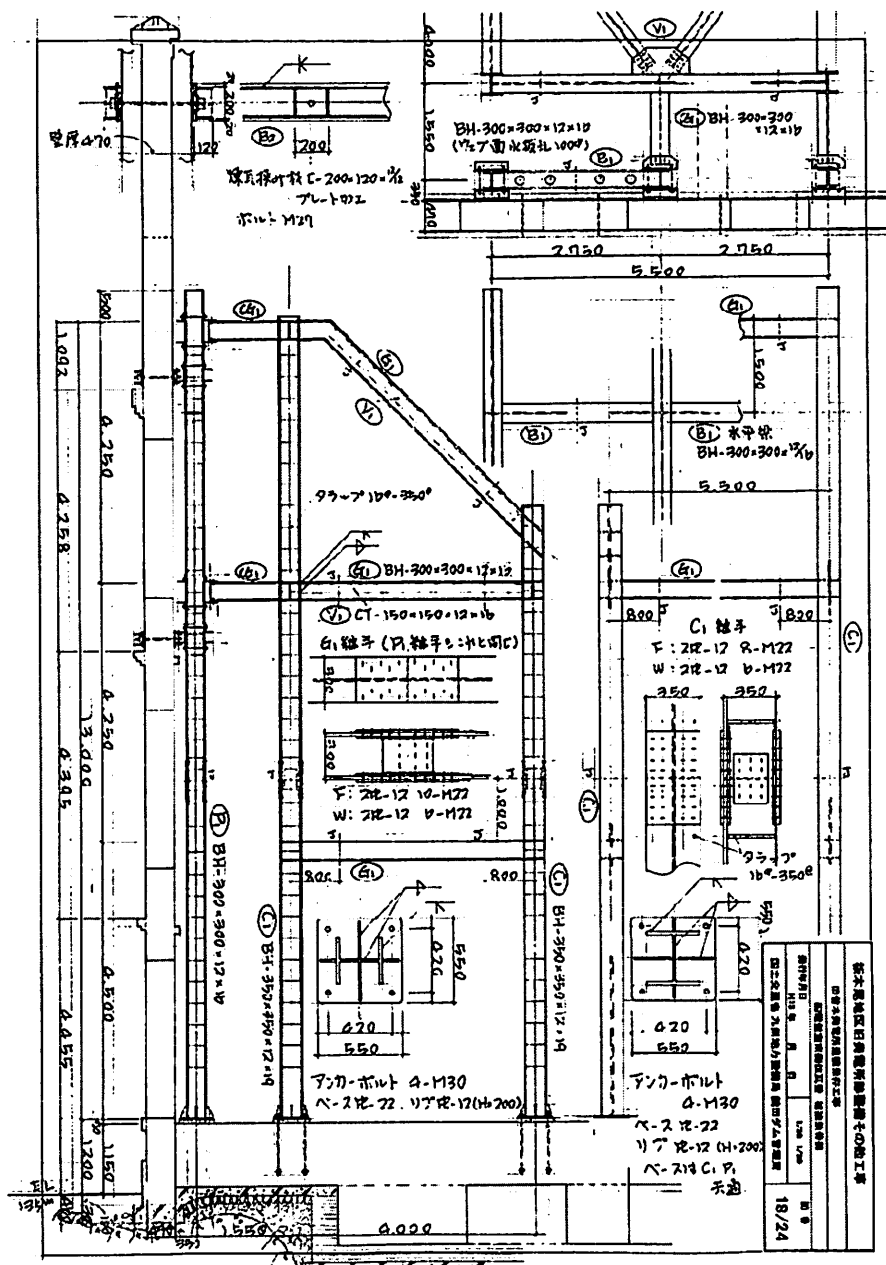
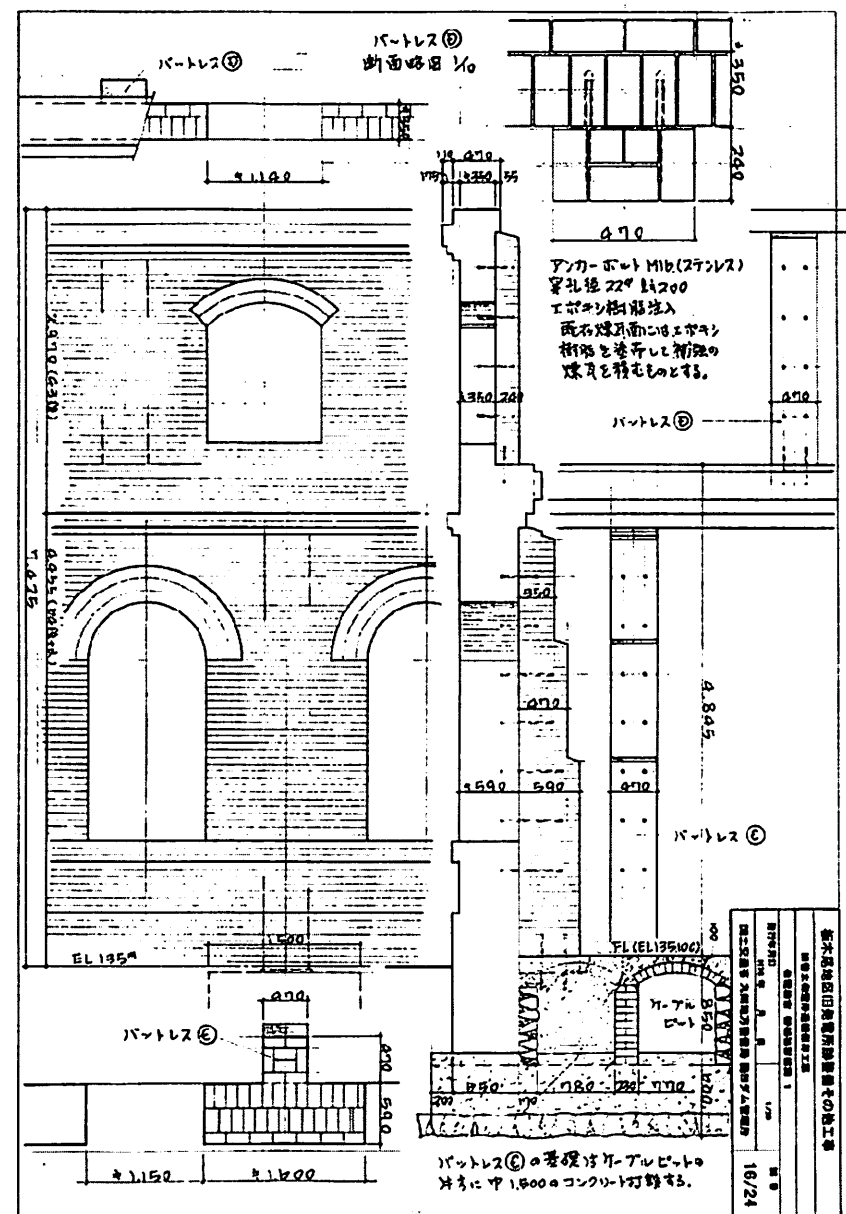


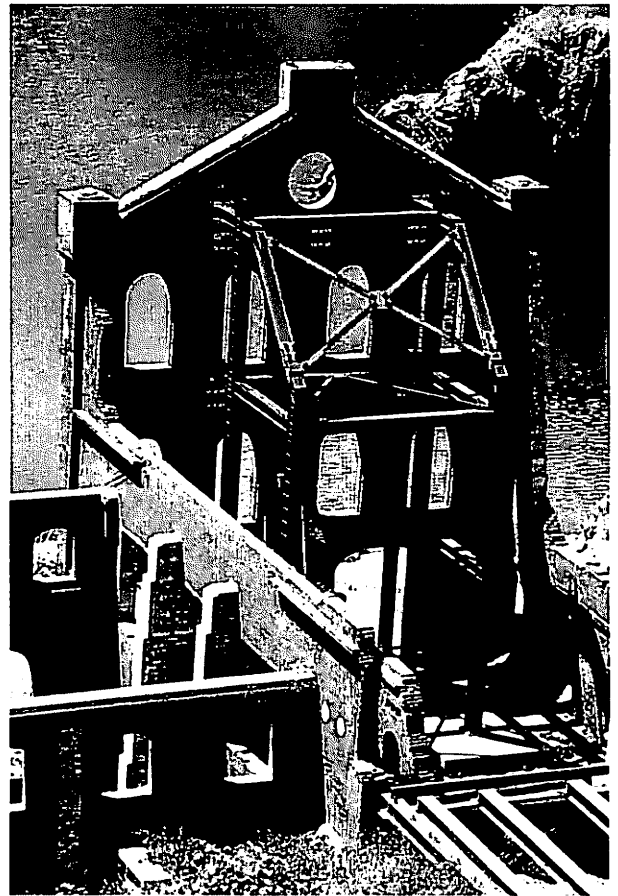
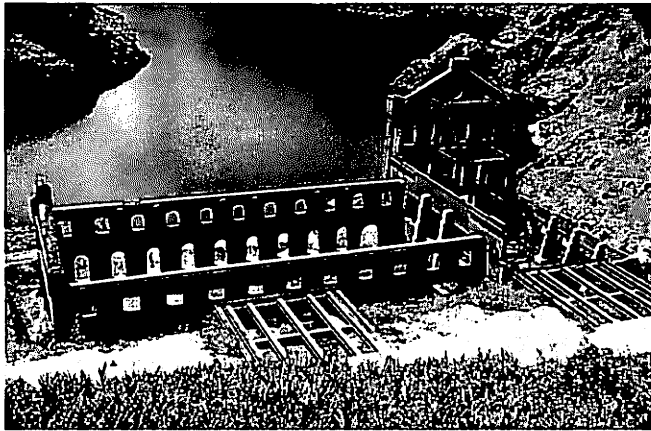
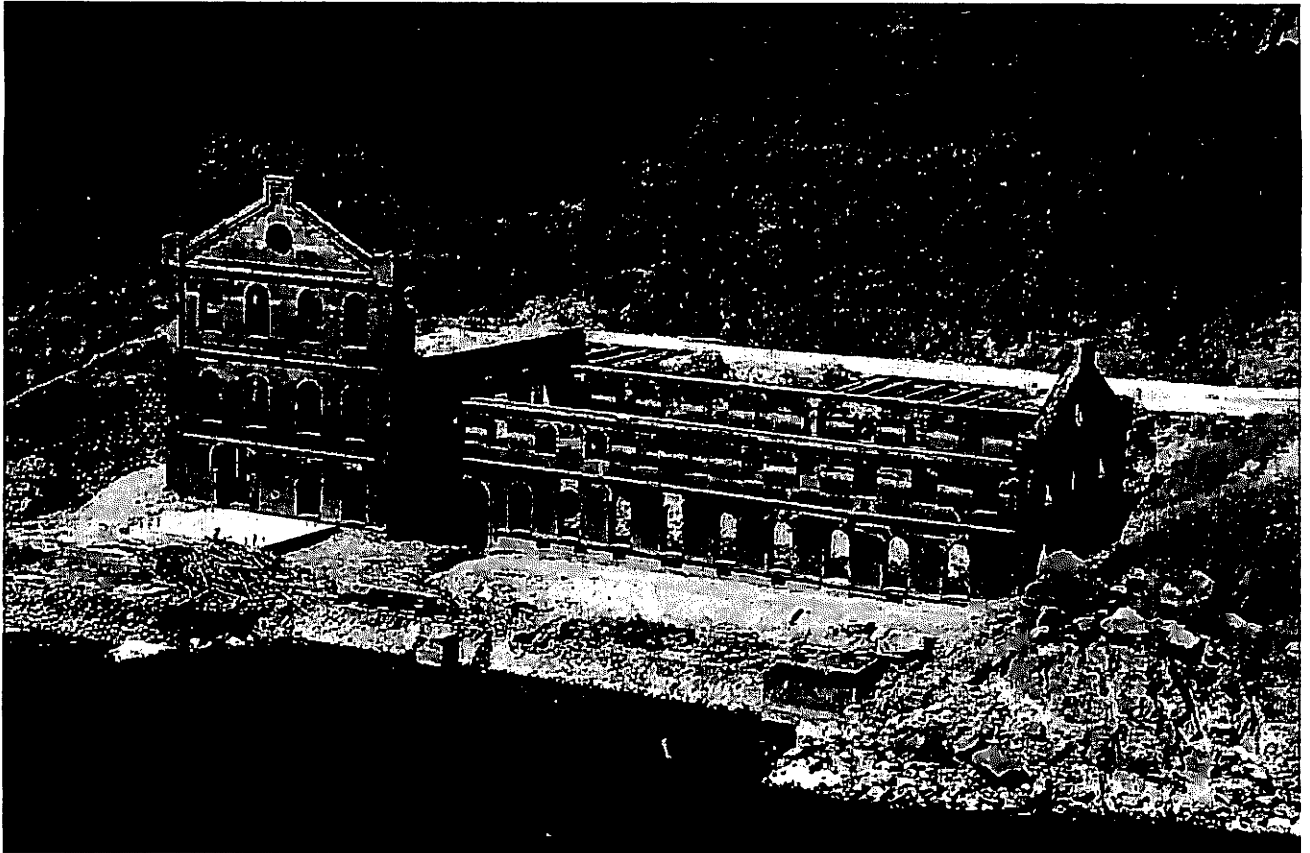
図-5 煉瓦壁補強平面図 14)



図一7 配電盤室煉瓦壁補強要領図 14)



図一6 発電機室煉瓦壁補強要領図¹⁴⁾



写真—14 竣工写真 上 南面 左中 ヘッドタンクから眺めた背面 左下 発電機室煉瓦パットレス
右 配電盤室鉄骨パットレス (平成 19 年 8 月 27 日撮影)

5. 特筆すべき事項

40年にわたって堆積した土砂を取除く作業の過程において、建物の構造上の特色が明らかになったので2〜3取り上げてみる。

- ① 煉瓦造り建物の基礎は一般に「根積法(ねずみほう)」が採用され、基礎部分の巾は煉瓦壁厚みの約2倍になるような台形状に設計されているが、当建物ではそれが見られない(図-3参照^{11),12),13)})。
- ② 発電機室と配電盤室の境にある大きな開口(巾約11.6m)上部の壁梁には鉄骨が入っている。この鉄骨梁は多分トラス組でリベット接合されており、防錆措置としてコールドロールが塗付されていると推定される(写真-15参照)。



写真-15 配電盤室内部写真
円内にリベットが4列打たれている(チッソ提供)

- ③ 発電機室水圧管取入れ口の壁は、直径約2.2mのパイプを据付けた後煉瓦を積んでいて、その壁厚は下部で2.88m上部は1.74mとなっている(図-3、写真-16参照)。

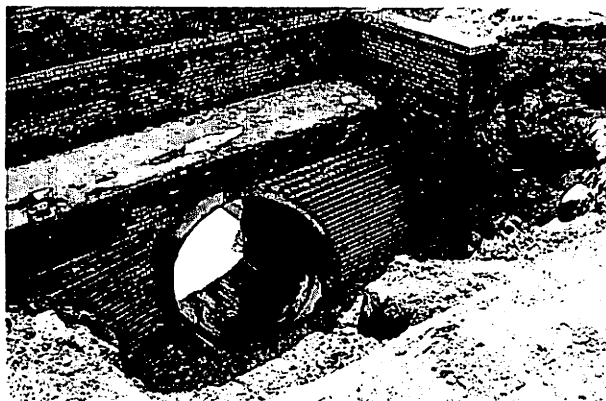


写真-16 発電機室水圧管取入れ口 煉瓦は曲面に積まれている
(平成17年8月4日撮影)

- ④ 発電機が据付けられたピットは、基礎コンクリート盤(厚さ500mm)の上に煉瓦13段(厚さ888mm)を積んで造られている(図-3参照)。

6. おわりに

ダム建設により水没する建造物・工作物、樹木等には補償金が支払われ所有権が消滅、ダム完成後は「石ころ、木ぎれ」と同じ扱いとなる。

昭和40年3月1日付けの水俣工場新聞NO.108(新日本窒素肥料 水俣工場発行)には「沈みゆく曾木発電所」と題して次のように記されている。

〔チッソ発祥の曾木発電所が電源開発の鶴田ダム建設

によって水没することになり、去る2月15日午前8時発電が停止された。50有余年の永い歲月、当社最古の発電所として、チッソ発展に貢献し、私たちに親しまれた、赤煉瓦の懐かしい姿を今永久に湖底に没しようとしています。〕

昭和41年(1966)3月鶴田ダムが完成し、湖底に沈み屋根の無くなった煉瓦造り建物については永く人々の話題にも上る事もなかった。しかし約10年前から地元鹿児島県や大口市から保存の要望が出されていた。

40年に亘りダム湖に取り残されたこの遺構は「石ころ」と同じであるが、ダムの機能を阻害していないとの国(鶴田ダム管理所)の見解と支援で平成16年から保存工事が始まった。

明治末期、交通機関も発達していない人里はなれた山間僻地で、機械力もほとんど使えない環境、非常な困難と苦労を伴ったなか水力発電所建設工事を成し遂げた先人の偉業に敬意を払い、この遺構が再び人々の注目をあびる事を願い関係者協力の下、安全面に注意を払い作業を行い無事に終える事が出来た。

また元の所有者にとって一度は手放した物であるが、再び在りし日の姿に甦ったのを目の当りにする喜び・感動を与える作業に従事出来た。そして平成18年(2006)3月国の登録有形文化財に指定され、昨年11月には国の近代化産業遺産にも認定された。これらの事は、工事を担当した者にとって終生忘れられない思い出になるであろう。

最後にこの工事の指導に当たられた、国土交通省九州地方整備局鶴田ダム管理所及び鹿児島国道事務所、鹿児島大学工学部建築学科の方々、それから水力発電所に関する各種資料の提供や水力発電所見学に便宜を図って下さった大口市、チッソ(株)、中部電力(株)、九州電力(株)、関西電力(株)の関係者に厚くお礼申し上げる次第である。

参考資料

- 1) 曾木発電所保存活用基礎調査報告書
平成12年12月 鹿児島県大口市発行
- 2) 曾木発電所保存修復報告書
平成14年3月 鹿児島県大口市発行
- 3) 曾木発電所竣工図 新日本窒素肥料株式会社
昭和35年10月作成
- 4) 曾木発電所引渡施設・機器・物品明細書 新日本窒素肥料株式会社 昭和39年11月1日作成
- 5) ジーメンンスと明治日本 竹中 亨 1991年10月21日 東海大学出版会発行
- 6) 旭化成80年史 2002年12月5日 旭化成発行
- 7) 水力発電(電気学校叢書) 昭和27年 オーム社発行
- 8) 水力タービン 内丸最一郎 大正6年12月21日 丸善株式会社発行
- 9) 長良川水力発電所 中部電力株式会社 加茂電力センターPR資料
- 10) ALL CHISSO(チッソ社内報)2006 winter号 2006年1月1日 チッソ株式会社発行
- 11) 高等建築学 8 煉瓦及石構造・木構造・寺社建築 佐野利器監修 昭和11年8月25日 常盤書房発行
- 12) 西洋家屋構造 土居松市講述 大正11年以前 大日本工業学会発行
- 13) 建築學階梯 卷之上 中村達太郎編纂 明治35年5月10日 中村達太郎発行
- 14) 板木尾地区旧発電所跡整備その他工事設計図
国土交通省 九州地方整備局 鶴田ダム管理所発行