

毛馬第2閘門の調査と保存

京都大学 工学部 正員 天野 光 三
建設省近畿地方建設局 正員 米田 悟
淀川工事事務所
株式会社 日建設計 正員 ○玉 置 亨

1. まえがき

毛馬第2閘門は大正の初期に築造され、長年に亘り舟運の利便に供されてきたが、遂にその使命を果し、その一部が移設され、閘門として永久保存されることになった。本調査はこの移設に際し、この歴史的土木構造物の形状、材料、基礎等の現況を調査し、築造当時の施工技術や土木構造物としての記録を残すことを目的として昭和54年～56年初の約1年余に亘り実施されたものである。

なお本調査を進めるに当たり、事業主体の大阪府、施設管理者の建設省近畿地方建設局および学識経験者からなる毛馬第2閘門調査協議会が設けられ、ここで検討された調査方針に基づいて実施されたものである。

2. 第2閘門の歴史と調査の概要

明治30年代から40年代にかけて淀川改良工事の一環として、大阪市内に流入する水量調節（洪水防衛）および土砂堆積防止を目的として明治43年1月に「毛馬洗堰」が、また市内と淀川上流との舟運利便のためにその下手に明治40年8月「毛馬閘門」（のちの第1閘門）が設置された。

その後淀川下流改修工事に伴って、極端な水位低下と下流部の塩水化という問題が生じ、これらの解消を目的として、従来の第1閘門下流側に築造されたのが「毛馬第2閘門」である。工事は大正3年2月16日着工され、大正5年には本体工の大部分を完了し、9月1日通船が開始された。引続いて取付護岸を施工し大正7年7月15日全工事を完了している（写真-1）。

この第2閘門は延長122m、巾約11mの水路をもち、毛馬洗堰、第1閘門とともに永年淀川の治水、利水のシンボルとしてその役割を果してきた。ところがその後の環境変化に伴い、淀川の新治水計画の一環として、昭和47年より淀川大堰、毛馬排水機場やその関連施設が建設されることになり、これらは遂にその使命を終えることとなった。そのうち洗堰の一部と第1閘門はドライの状態で既に原位置に保存されているが昭和55年には残されていた第2閘門も大川の護岸法線の変更に伴い、その一部を取壊さざるをえない状況となった。しかしこの歴史的構築物は、淀川の、そして大阪の治水、利水の歴史を物語る生きた教材として後世に残すべく、閘門として往時の姿を偲べるように、計画護岸法線を多少修正し、下流側扉室部を上流方向へ移設して復元、保存することになった。

同時に現況測量による全体形状、解体と併行して各部構造詳細や欠損状況、変形、変状の記録、さらにボーリングによる基礎構造の確認や既存データによる基礎地盤状況の調査、レンガ、コンクリート、石材の材料試験を行い、これらの実測資料や写真記録を保存、また材料のサンプルと共に、レンガ積開壁断面や井筒基礎等の一部を現寸大でとり出し現地周辺に展示、保存することにした。

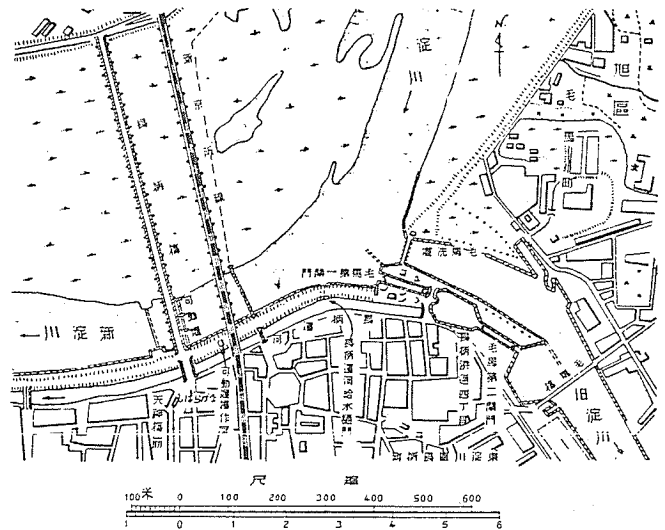
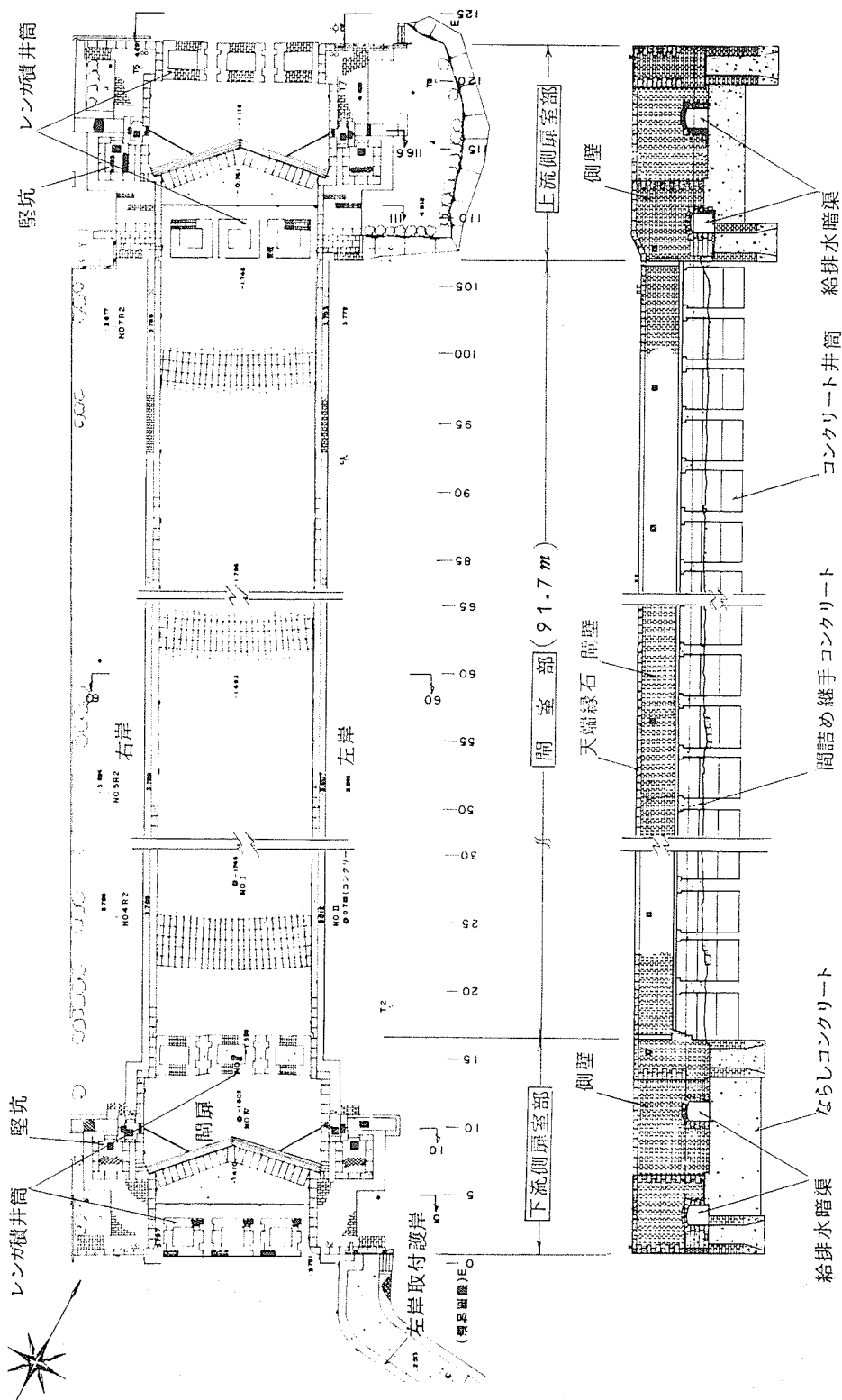


図-1 毛馬附近（毛馬閘門概要図より）



毛馬第2閘門調査
図一2 実測全体図

3. 第2 閘門の関係資料とその記録

第2 閘門に関係する主な資料を以下に示す。いずれも近畿地方建設局淀川工事事務所所管の、淀川資料館（枚方市新町2-2-13 近畿地方建設局淀川工事事務所淀川工作出張所構内）に保管されているものである。

① 「淀川百年史」（建設省近畿地方建設局 編集発行；1974年10月）

② 「毛馬閘門概要図」—第1 閘門および第2 閘門

③ 「毛馬洗堰および毛馬閘門等について」

（淀川工事事務所毛馬出張所）

④ 写真；毛馬第2 閘門

淀川下流改修工事 大正10年

〃 基礎井筒沈下状況

〃 井筒および一部荷重沈下テスト

〃 井筒沈下工事中

〃 井筒沈下作業

完成した毛馬第2 閘門および舟溜一本松

なお第2 閘門および取付護岸の設計図は残されていない。

次に上記①，②から構造および施工記録の一部を紹介しておく。図-2は②に対応する今回の実測結果であるから参照されたい。

閘門の構成要素は、長い水路（閘室）を作る両側の壁体と、その上流端（前頭部）と下流端（後頭部）の扉室には合掌扉を配し、これを取付ける扉室部壁体が夫々両側に配置されている。また閘室内の給排水のために上，下流共両側の扉室壁体内には夫々給排水暗渠（トンネル）を備えている。

工事はまず鉄筋コンクリート矢板を打込んで締切り、掘削を行って両頭部の基礎井筒の沈下から始めた。沈下にはガットメル（現在のクラムシェル）を使用し、最深部は地盤下6.67mに達した。電力は既に使用されていた。大半の井筒は載荷試験が行われ、荷重は鉄筋コンクリート矢板が使われたが、のちにはすべて土砂が使われた。結果は次のとおり。

両頭部の井筒 実施数12個 載荷重23.3Tまたは37.6T 載荷日数13日または27日 沈下量0~5.2cm

閘室部の井筒 〃 48個 〃 約150T 〃 3~15日 〃 0~7.5cm

井筒内は水中コンクリートによって填充し、井筒間は継手コンクリートを施し、本体は切石、レンガによって構築、閘室底はコンクリートブロック張りを施した。レンガは大阪窯業株式会社の機械製のものを使用、総個数は約8万個である。扉は鋼製合掌扉で2枚を1対とし、閘室の給排水には前後両側に夫々1ヶ所の給排水樋を設け、扉の開閉操作と共に手まきの開閉器によってテンターゲート进行操作するようにしてある。

4. 第2 閘門の全容

第2 閘門の全容は図-2に示した。各部詳細を含め調査で確認できなかった部分は、前記資料②を参考に推定した。閘門内の水替え後、水路底にたまっていた60cm程の厚さのヘドロを除去、洗滌して、この構造物が約62年前の姿を現わしたわけであるが、その時の印象は何といっても石とレンガ積の堂々たる偉容であった。レンガや石材は実に丁寧に仕上げられてあり、誠に重厚で頑丈そうであった。事実コンクリートとレンガと石による相当な重量構造物であった。



写真-1 毛馬地区往時の姿（昭和45年11月）



写真-2 下流側正面現況（解体直前）

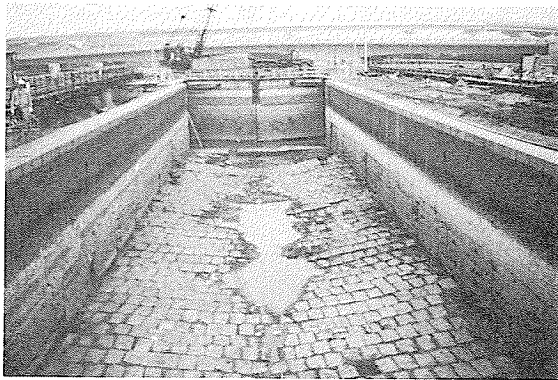


写真-3 開門内全景（下流側）

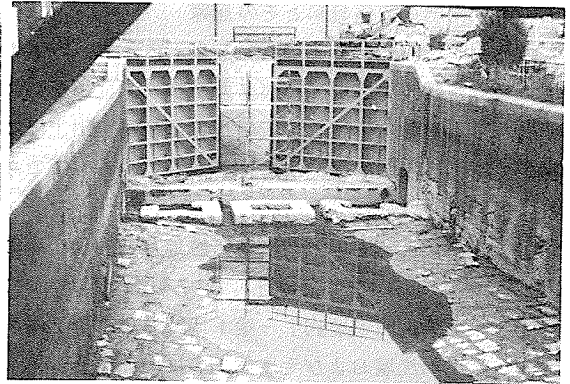


写真-4 開門内全景（上流側）

開門の躯体に用いられた材料のうち、鉄筋は取付護岸のコンクリート矢板やタイロッドに用いられたものだけである。その他扉や金物取付部にアンカーボルトや取付金物が埋込まれていたが、躯体はすべて無筋構造物である。開門の工事には水面下かなり深い掘削が必要だったわけで、例えば水路底はO.P.-1.8m程度、扉室部レンガ積井筒の刃先ではO.P.-5.8mにも達する。前章に紹介した記録では、止水矢板と水中コンクリートが用いられ、また電力の使用が可能になったことが述べられているので、基本的には現在と同じ施工法が用いられたものと推定される。

次に全体的な変状についてみると、剛性の違いから扉室と開室の境目には左岸下流側を除きすべて縦クラックが認められた。現況の不等沈下は2cm前後で小さく、沈下そのものも恐らく僅かなものであったと思われる。これらの変形は建設後早い時期に生じたものと思われる。その他にもいくつかの変状はあったが、全体としては少なくて大きくないといえる。開壁のコンクリート面には痛みが多かった（次章参照）。

5. 開 室

開室部の標準断面は図-3に示した。コンクリート井筒は開壁の基礎であり、また開壁の下半部を兼ねている。これは左右岸共24ヶずつ並べ、延長91.7m、水路巾11.29~11.39mの開室を形作っている。開壁はコンクリート井筒の上にコンクリートの壁を立上げ、水路側表面はレンガを積んで仕上げてある。背面のコンクリートはレンガの5段階（高さ5cm）にあわせて打継いでいったようである（写真-6）。

レンガ壁の正面（水路側）は見事な「イギリス積」で統一されている（写真-5）。開壁天端はミカゲ石の縁石がのり、その背後はレンガの長手を上に向けたタテ並びのレンガ舗装となっている。

図-3にみられるようにコンクリート井筒は3段階（1ロットの形状3.03×3.03×1.500m、壁厚0.45m）が沈設されている。この井筒はすべて無筋で、ドライになった水路底で1ロットずつ現場打設を行っていたものと思われる。井筒の刃先はO.P.-3~3.6mに達している。

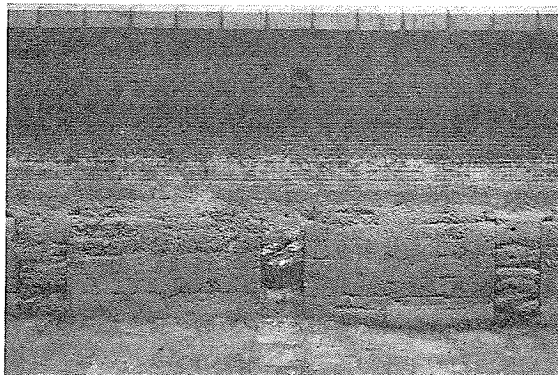


写真-5 開壁前面

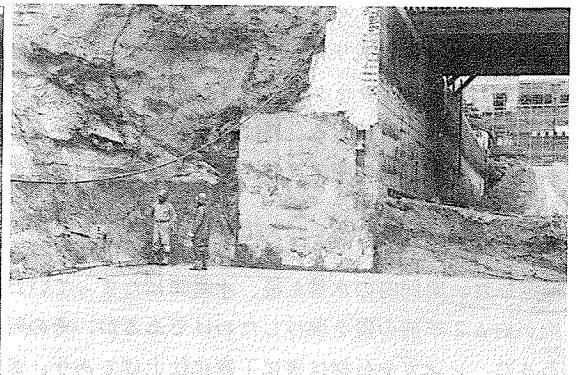


写真-6 開室部右岸断面

井筒と井筒の間(0.7～0.8m)には間詰コンクリートが水路底付近まで打設してある。井筒壁にはホゾや切込みをつけ間詰コンクリートが抜け出ないようにしてある。

写真-6は復元扉室に取付く 閘壁部の断面で、コンクリート井筒の上2

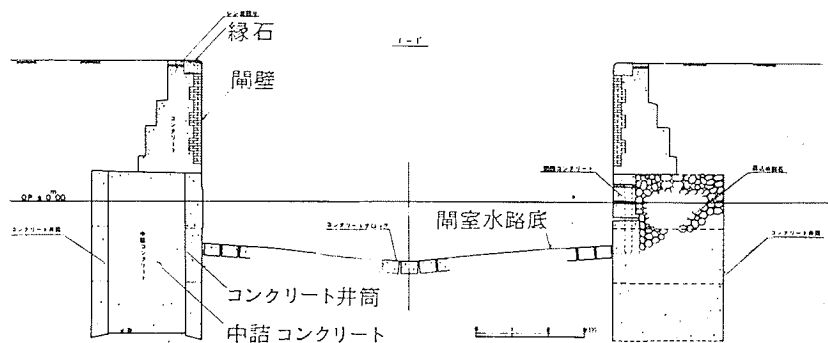


図-3 閘室部断面図

段分がみえている(手前は復元扉室のベースコンクリート)。また施工時の掘削線(左から斜め下方に井筒に向う約1:2の傾斜をなす直線)およびこれが井筒に接する付近で、井筒の沈設時に周辺の土が連れ込まれた跡も認められる。そして水路中央O.P.-2m程度までは掘削、排水がなされていたことも伺える。

水路側のコンクリート井筒壁面および継手の間詰コンクリートの表面は写真-5にもみられるように非常に痛みが激しい。一部欠除している所もある。また打継目毎にひどい豆板状をなしている。材料試験の結果も含めてこの痛みの原因を推定してみると、多量のコンクリートを要したため、混合にむらが多く、もともと少ないセメント量がさらに少ない部分ができていたこと。それによって水に洗われる部分は、永年の間に細粒分が洗い流され、崩れ落ちたコンクリート片などは、水流により持去られたのではなかろうか。なお近年の水質汚濁による影響は殆んど関係していないことがわかった。

水路底はN値20程度の礫混り砂層上にコンクリートブロック(0.75×0.45×0.35m)を敷き並べてある。これが部分的にかなり波打っているが、永年の水流によるブロック下の砂の動きなどの影響が考えられる。

6. 扉 室

扉室部の代表的な横断面を図-4に示す。扉室は水圧のかかる大きな鉄製閘扉を支える頑丈な側壁と、左右側壁を一体として支持する大きな剛性の基礎からなっている。側壁には閘扉の開閉装置と閘室内の水位調節のための給排水暗渠およびそのバルブ開閉装置(テンターゲートによる)を備えている。基礎は大小12ヶのレンガ積井筒を扉室の周囲に沈設させ、その内側になしコンクリートを充填して一体としたものである。上流側と下流側の扉室は構造および形状共殆んど同じであるが、相違している点は上流側扉室は下流側に比

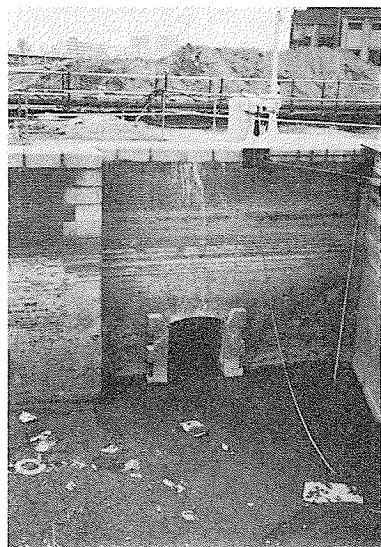


写真-7 閘扉の上流側

べ1段高くなっていることだけである(水路底で閘扉の上流側が0.5～0.6m高く段がついている)。また左右岸はそれぞれ全く対称形である。側壁の前面(水路側)はレンガ仕上げで閘壁と同様イギリス積である。コーナー部分はミカゲ石の切石積で美しく縁取られてい

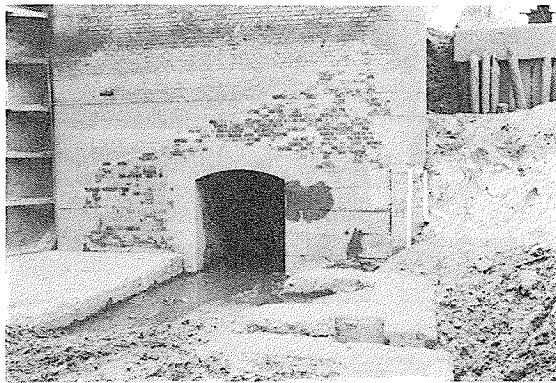


写真-8 閘扉の下流側

写真-7, 8
は下流側扉室
左岸壁面

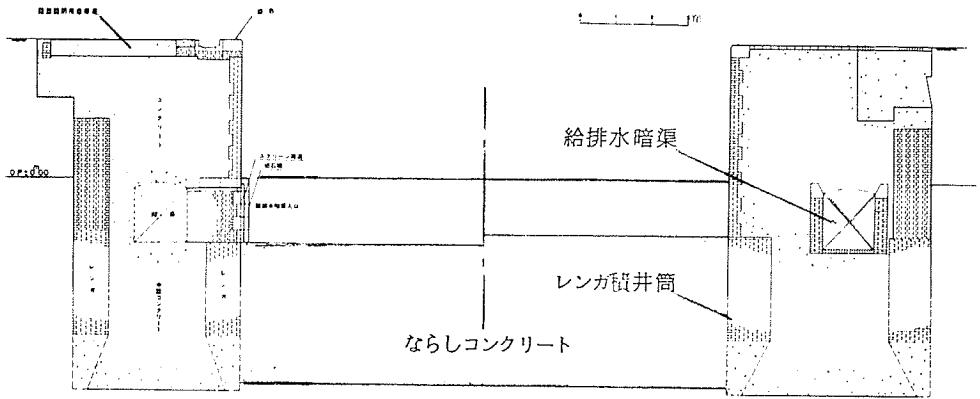


図-4 扉室部断面図

て重量感があり、いずれも全く痛みがない。側壁の背面は非常に複雑な形状をしている。躯体の下部はレンガ、上部2m程はコンクリートでできている。側壁天端は美しいレンガ張り舗装と縁石で仕上げてある。なおここに使われた切石の裏には全て墨で銘が記してあった（恐らく石工の名、日付、記号と思われる）。側壁躯体内部はコンクリートとレンガからなり、厚さ1~1.2mもあるレンガの壁が何列も並んでいる。これは恐らく基礎のレンガ積井筒の壁にはば合わせて立上げ、その間にコンクリートを流し込んだものであろう。

給排水暗渠（トンネル）の一般的な断面は図-4にみられる。暗渠の天井はコンクリートで、それ以外はすべてレンガでできている。ただレンガ壁の上には1ヶだけアーチ用の石が並べてある。出入口や豎坑口だけは壁、天井共に石が使われている。底面はタテ並びのレンガ舗装、壁面のレンガはすべてイギリス積である。これら暗渠内部の細工は実に丹念に作られていて、一種の芸術作品といえる程である。暗渠の開閉は豎坑内にあるテンターゲートで行われる（写真-9）。テンターゲートとその取付金物を取除いた豎坑の底部の様子が写真-10である。手前はゲートのガイドレール、前方に湾曲したトンネル内部がみられる。

扉室部の基礎の主体はレンガ積井筒で、合計12ヶの井筒が扉室部を取囲んで沈設されている。図-5はレンガ積井筒の配置状況を示す（O.P.-3mまで撤去して実測したもの）。12ヶの井筒を沈設した後、中詰および間詰コンクリートを打設し、その後井筒に囲まれた内側にならしコンクリートを満たし、基礎として一体のものにしたわけである。いずれも水中掘削を行い水中コンクリートが用いられた。井筒の壁には間詰コンクリートのために必ず“ほぞ”が設けてある。ボーリングの結果によると、中詰コンクリートの下端はO.P.-5.8m、ならしコンクリートの厚さは3.8mもある。井筒の大きさは最も大きいもので5.7×5.7×4.25m、最小のものは3.05×2.85×4.25mと推定される。中央

部の基礎天端、ならしコンクリート天端はそのまま水路底となっていて、戸当り部は約0.35m高くし、戸当り石で縁取りしてある。

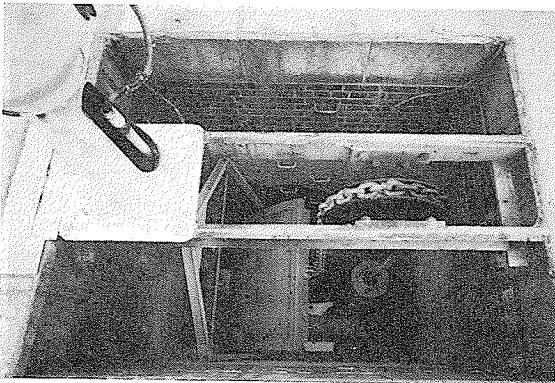


写真-9 豎坑とテンターゲート

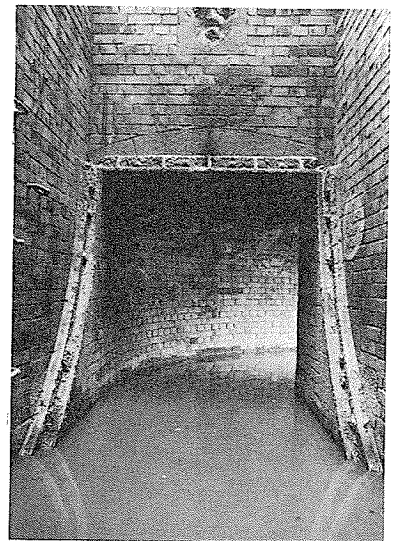


写真-10 暗渠と豎坑の内部

7. その他取付護岸、地盤状況など

第2 閘門の構造物の中でこの護岸は唯一の鉄筋コンクリート構造物であった（図-6）。鉄筋コンクリート矢板（ $0.15 \times 0.3 \times 4.5m$ 、鉄筋 $\phi 10mm \times 6$ 本）が用いられ、頭部を結んだコーピングコンクリートにも $\phi 19mm$ 程度の鉄筋が使われていた。タイロッドは $\phi 19mm$ の鉄筋でフック式である。長さは下流側左岸で約3m、ピッチは約1.5mであることが確認された。控え版も下流側左岸で確認できたが、 $0.15 \times 0.3 \times 1.5m$ の寸法の枕木状の鉄筋コンクリートで、フックによりタイロッド1本毎に単独でつないでいる。なお取付護岸は他工事で撤去または埋殺されたものもあり十分な調査はできなかった。

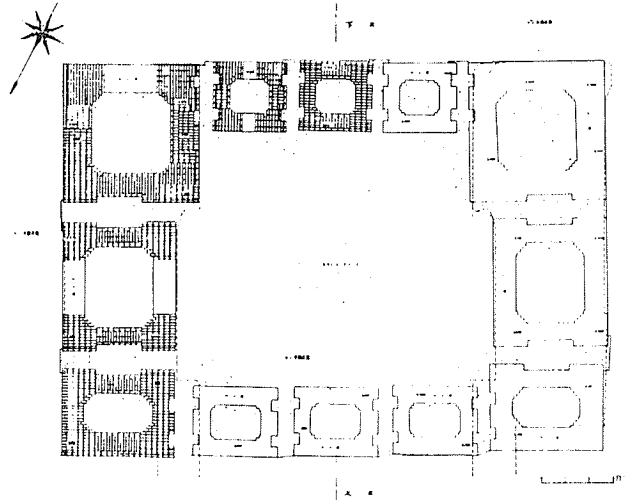


図-5 扉室部基礎レンガ積井筒平面図

次に基礎地盤状況については周辺の既往のボーリング資料と閘室水路底で実施したボーリング結果をもとに推定した。それによるとこの付近は沖積砂質土層、沖積レキ質土層の互層が上からほぼ1.5m程続き、その下には洪積砂質土層、洪積レキ質土層が互層として続いている。全般に砂またはレキ質土層で、沖積層はN値15～35の中位の締り具合で、洪積層はN値35以上のよく締った層である。ただ上流側にゆくにつれ最上層に沖積粘土層が薄く分布しているようで、沈下の傾向にもこの影響がでていたようである。

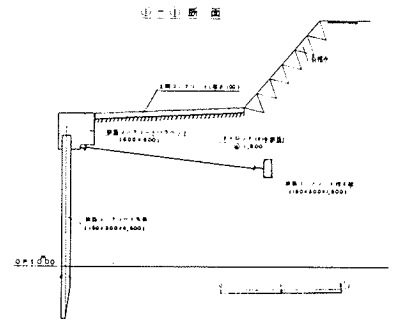


図-6 下流側左岸取付護岸

第2 閘門の基礎は沖積レキ質土層上に乗っている。この層は暗灰～暗青灰色のレキ混り粗砂～砂レキを主体とし、レキ径は2～20mmのものが多く、

8. 使用材料について

各種材料の特性を把握するために、躯体各部を構成する材料（レンガ、コンクリート、石材）について代表的なものを選び、それぞれ次に示す調査を行った。

- レンガ： 形状寸法測定、圧縮強度試験、品質判定
- コンクリート： 形状寸法測定、圧縮強度試験、品質判定（配合推定、中性化試験）
- 石材： 形状寸法測定、岩石名、ショア硬さ試験、品質判定

レンガは「淀川百年史」によると、大阪窯業株式会社の機械製で、割った面をみると澄んだ濃赤色を呈し、密実で均一な細粒組織を有し、相打ちすると金属製の清音を発する。試験結果一覧表の値からみても、現在のJIS R 1250 でいう「上焼一等」あるいはそれ以上に相当する。寸法は $22 \times 11 \times 6cm$ でJISより長さや巾が1cmずつ長かった。

コンクリートの粗骨材は川砂利を利用したもので、大きいものが目立つ。最大寸法は50mmのものまでである。試験の諸数値は現在の普通コンクリートとはほぼ同程度であるが、推定重量配合比はセメント：骨材 = 1：（10～22）であって現在の普通コンクリートの標準値1：（5～7）に比べると骨材の割合が極端に多く非常に貧配合のコンクリートといえる。中性化試験によると、60年以上経過しているにも拘らず、コンクリート材としての耐久性を未だに充分有していることがわかった。

石材はいずれも「黒雲母花崗岩」（ミカゲ石）である。全体としての色調は灰白色であって、粒子が細かく角セン石の含有量が少ないことなどから、瀬戸内海産のものと考えられる。花崗岩を構成する主な造岩鉱

物は石英・長石・雲母であって、硬さはそれぞれの造岩鉱物の集中する個所によって異なる。JIS Z 2246 によるショア硬度からみても花崗岩の標準的な値で特に風化が進んでいる様子はみられない。

	圧縮強度 kg/cm^2	弾性係数 kg/cm^2	単位重量 g/cm^3
レンガ	630	154600	2.05
コンクリート	170	448000	2.32
石材	黒雲母部	ショア硬度 74	2.69
	長石部	" 130	

9. 第2閘門の復元と保存方法

第2閘門の移設復元形態としては下流側扉室部を閘門延長のはば $\frac{1}{3}$ にあたる上流地点に移し、残り $\frac{2}{3}$ は現況のまま保存してすり合わせるものとし、上流、下流側にそれぞれ一組の扉を有し、水面を残す閘門形態として復元する。機能的には扉の開閉は従来通り電動装置により作動させることにし、バイパス水路は内水、外水の疎通水路は設置するが、在来のテンターゲート等による水位調節機能は持たせない。構造的には躯体部は鉄筋コンクリート製とする。外観形状、化粧まわりは在来のものに似せてレンガ、縁石等で復元する。具体的には基礎は鉄筋コンクリート構造の直接基礎形式とする。また外観形状、化粧まわり用のレンガは、

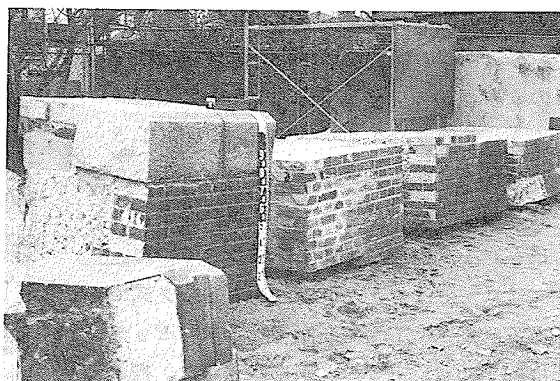


写真-11 原形保存用に切り出された閘壁



写真-12 閘室部のコンクリート井筒最下段

在来の大きさ、色調に近似した新規のものを使用して、表層部にはのみ張りつける。壁体上部、隅角部の縁石、バイパス水路の出入口部の石材は、在来のものをそのまま転用して取付けるものとする。

材料の保存としてはコアサンプルの状態で室内保存するものと、原形になるべく近い状態で現場近傍に保存するもの、例えば壁角部レンガ、暗渠壁レンガ、暗渠内アーチ石などと、構造物を現寸大で採り出して現地にて展示、保存するものである。すなわち閘室壁の上部全断面を4つの方塊で切り出し（写真-11）、積み重ねて復元する。また撤去部の閘壁基礎コンクリート井筒の最下段を掘り出し（写真-12）、同様に展示、保存とするものである。

10. あとがき

この調査を通じてまず第1に60余年前に建造された構造物の全容に接して、その重厚で迫力のある姿に大いに感銘を受けた。さらにまた閘門本体には約2年半の歳月をかけた“手造りの味”が随所に滲み出ている。最近の土木構造物を見慣れた目にとってはいかにも人間臭と人の暖みを感じさせられた。それと共に我々がすっかり忘れ去っていたものを見せつけられているようにも感じられた。今回移設、復元された第2閘門が、保存資料と共にいつまでも往時の姿を偲ばせ、淀川の治水、利水の歴史を永く物語ってくれることを期する次第である。なお本論文は、河川公園整備計画の一環として考えられた復元方法と、それに伴う調査、試験等による資料・記録の保存手段の実例を述べたもので、今後同じような運命にある構造物にとって、調査、保存のあり方の一つを示したものとして役立てば幸いである。

最後に、本調査の計画、実施の推進には大阪府土木部都市河川課および大阪府西大阪治水事務所があたり多大の配慮を頂き、また撤去復元工事を担当された鹿島建設株式会社大阪中部出張所には調査に全面的な協力を頂いた。ここに関係各位に対し心から感謝いたします。