高松市水道資料館の文化財的価値及び構造ならびに活用方法等に関する研究 調査・研究報告書

平成 26 年 3 月

香川大学工学部安全システム建設工学科

宮本 慎宏 釜床美也子

- 1 文化財的価値の調査
- 1.1 意匠·歷史
- 1.2 県下の文化財としての位置づけ(文化的景観・他の登録有形文化財との比較)
- 2 構造調査
- 2.1 計算仮定
- 2.2 建物重量
- 2.3 入力地震動
- 2.4 必要耐震性能の設定
- 2.5 耐震要素
- 2.6 限界耐力計算結果
- 2.7 風荷重に対する検討
- 2.8 水平剛性に対する検討
- 2.9 常時微動計測結果
- 2.10 まとめ
- 3 活用方法の研究
- 3.1 他の登録有形文化財の活用方法
- 3.2 高松市水道資料館の活用構想

1 文化財的価値の調査

1.1 意匠·歴史

本調査で対象とする建物は、御殿浄水場(高松市鶴市町 1360 番地)内の「高松市水道資料館 歴史館(旧ポンプ室)」(以下、旧ポンプ室とする)、「高松市水道資料館 PR 館(旧事務室)」(以下、旧事務室とする)、「高松市水道資料館資料保管庫(旧倉庫)」(以下、旧倉庫とする)の 3 棟である¹。それぞれの建物概要を表 1-1 にまとめた。

表 1-1 3 棟の概要

		①ポンプ室		②事務室		③倉庫
+1	1010 /+	(高松市水道資料館歴史館)	1010 (4-7)	(高松市水道資料館PR館)	1016 (4-7)	(高松市水道資料館資料保管庫)
起工 竣工	1918 (大正7	() 年3月4日 () 年8月30日		i) 年12月1日 i) 年3月30日		5) 年12月1日 6) 年3月30日
^{攻工} 建築面積	249. 18m) 年8月30日	144, 54m²	() 年3月30日	81. 58m²	0) 平3月30日
構造形式		て(一部煉瓦造地下1階)	木造平屋建一	T	木造平屋建	T
屋根形式	切妻、桟瓦	章き(竣工時:土葺き)		- 葺き(竣工時:土葺き)		ント瓦葺き(当初からのものかは不明)
梁間	3.75間、3.5	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2. 75間	+	3間	2 1 2024 C (2)33 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
軒高 (mm)	4645		4593		3881	
外観写真						
内観写真						
小屋組写真						
基礎	側基礎・煉	T 1060	側基礎・煉	7.5 Et	側基礎	
土台	∆ AKJ		側・内	4× TA	側・内	
5 違	=		— — — — — — — — — — — — — — — — — — —		-	
間柱	洋型		洋型		不明	
	0		0		0	
		下見板	外部仕上	腰板(竪羽目板)/下見板	外部仕上	下見板
到 建	外部仕上		内部仕上	腰板(竪羽目板)/石膏プラスター(竣工時:		粗壁
•	外部仕上 内部仕上	竪羽目板	1 Labbit			
•	内部仕上	竪羽目板 間柱				不明
•	内部仕上 外部下地	間柱	外部下地	間柱	外部下地	不明
[内部仕上	間柱				不明 二重小舞

¹ 建物名称は、旧ポンプ室・旧事務室に関しては、登録有形文化財(建造物)の登録名称を使用した。旧倉庫に関しては、水道 資料館開館時の名称(高松水道局,1990,729)を使用し、旧ポンプ室・旧事務室にあわせて本稿では旧倉庫とした。

表中の「一」は該当する部材がない場合、○は有ることは判明しているが形状や取り付け方などが不明のためタイプ分類できないもの、△は蓋然的なもので写真からの判断を含むもの、とした。基礎・土台の欄で「側基礎」・「側」は、外周のみに布基礎あるいは土台が巡る場合を指す。土台の「側・内」は、外周と間仕切下、どちらの下にも土台が通る場合を指す。地表からやや高い位置で柱や間柱を受ける間仕切りの通りの横架材は、一見大引のようであるが、柱や壁を受ける役割から玉石が高くなったものと解釈して土台とした。間柱の洋型とは、土台と同じ幅の間柱を用いる洋式技術を指す。これらの分類は、木造軸組の近代化に関する先行研究[松村,1976]、[木村,1994]、[源,2009]を参照した。表中の写真はすべて現状の写真である²。以下、表中の各項目について、順に報告を行う。

3 棟はいずれも高松市近代水道創設時に建設された御殿浄水場内にある。旧事務室・旧倉庫は、 1916 (大正5) 年12月1日に起工、1917 (大正6) 年3月30日に竣工した。旧ポンプ室はその 翌年、1918(大正7)年3月4日に起工、1918(大正7)年8月30日に竣工した。いずれも、 1986 (昭和61) 年に現在の管理棟が完成するまで使用され続けた後、翌年1987 (昭和62) 年6 月6日に高松市水道資料館に整備され、現在に至っている。構造形式はいずれも木造平屋建て で、下見板張りの大壁で大正期の典型的な意匠を踏襲した洋風建築である。旧ポンプ室と旧事 務室の外観は、出隅を花崗岩で補強した煉瓦と花崗岩による基壇、上げ下げ窓と回転窓、ペデ ィメントやドーマー形の換気口・採光窓、といった点に共通した意匠が見られ、同じ人物によ る設計と思われる。施工は、当時高松市内で手広く建設業を営んでいた福家組で、代表者福家 平太郎が行ったとされるが(高松市水道局水道史編纂室,1990,728)、設計者は今回の調査でも 未解明のままである。建築面積は旧ポンプ室 249.18 m²(竣工時: 224 m²)、旧事務室 144.54 m² (竣工時:143 m²)、旧倉庫 81.58 m²(竣工時:79 m²) である³。各建物の平面図と断面図を図 1-1~ 図 1-3 に示す4。図中の「現状平面図」の室名は、1986(昭和61)年に水道資料館への改 修を行った「高松市水道資料館(仮称)改修工事」の図面に記載されているものを使用したが、 現状と異なる場合には新たな室名に変更した。また、3棟とも増改築が行われており、高松市水 |道局から提供を受けた過去の 16 の工事記録の資料(表 1-2)の記述と、[株式会社文化財保存計 画協会,2012,5-6]の内容を照らし合わせ、建物別に工事履歴を追記・再編して工事略歴を表 1-3にまとめた。また、本章で改修箇所や構造を確認するにあたり、過去の工事写真の中から特 に大きな判断材料となったものを写真 1-1 ~写真 1-3 に示した。

改造履歴

旧ポンプ室は、現存する最も古い図面が、1986(昭和 61)年の水道資料館への改修時のものである。1986(昭和 61)年の平面図には東側に「作業室」があるが、竣工時の写真(写真 1-4)にはないため、それまでの間に増築されたと思われる。東面は当初は上げ下げ窓の連続するファサードで、平面形状も L 字であったことが分かる。この作業室とポンプ室との境界は間仕切り壁があったが、1986(昭和 61)年時に撤去されて、現在の垂れ壁と三方枠による一体的な空

² 写真はいずれも筆者撮影。旧事務室の小屋組写真のみ2014年3月11日、それ以外は、2013年8月9日に撮影した。

³ 竣工時の建築面積は [高松水道局, 1990, 165-166]、現状の建築面積は [高松水道局, 1990, 729] を参照した。

⁴屋根勾配は5寸としたが、実際には、実測値も過去の図面資料でも、場所により4~5.4寸と幅があった。

間に変更された。外観での大きな変更点として、土葺きであった瓦が 1989 (平成元) 年に全て 撤去され、桟瓦に葺き替えられたことが挙げられる。屋根のアクロテリオンも 1986 (昭和 61) 年時に新しいものに交換されている。塗装については、1989(平成元)年に外壁の再塗装が行 われ、全面ケレン搔き落としの上再塗装を行っているため、復原は困難である。いわゆるペン キ塗装であるが、大正期のペンキは現在のように製品化されていない現場調合で、古典的塗料 に属する。職人は、気温、湿度、その他刻々と変化するその日の状況によって調整を繰り返す (木村,1994,110) 職人技術であり、それをこなした優れた技術は既に確認することはできない。 内部空間に関しては、水道資料館に改修するにあたり、1階に4台あったポンプを1台に減らし、 外壁と同じ意匠のブラケット照明(写真 1-1-e)は取り外された。地階のポンプ 5 台は当初の 位置のままだと確認できた。床仕上げはすべて変更されており、地階のポンプ室は当初と同様 の板張りとされたが、1 階は、長尺塩化ビニルシート張りに変更された。1 階の当初の仕上げは 古写真、図面からは判読できなかった。その他、1986(昭和 61)年時に、1 階のポンプ設置箇 所の床の木蓋がグレーチングに変更され、地階との境界の手摺は既設の上に新たにスチールの 手摺が追加されたことが分かった。また、この時に地階に降りる階段の手摺が新設された。窓 は、上げ下げ窓にはめ殺しの網戸が新設され、開閉金物が取り付けられてロープと分銅による 開閉ではなくなった。上げ下げ窓の上部は回転窓になっていた。これらの変更は、不特定多数 の人が出入りする施設としての安全性・快適性が考慮された結果と見られる。南側の出入り口 の開き戸は 1986 (昭和 61) 年時の新設だと分かった。また、ポンプ室の北側は元配電室で、こ の時に配電盤は移設され、ポンプ室との境界にあった手摺は撤去処分されたことが分かった。 配電室の北側の引き違い窓は、外壁を見ると掃き出し窓であった可能性があるが、1986(昭和 61) 年の時点では、既に現在の引き違い窓になっているため、それ以前に改修されたものと思 われる。

旧事務室は、1917 (大正 6) 年竣工当時の平面図・立面図が残っており、1986 (昭和 61) 年 の改修時点の図面とあわせ、その変遷を確認することができる。建築当初の図面を見ると、ホ ールに入った正面には電話室があり、西側の棟は応接室と事務室の 2 室があったことが分かっ た。また、北側の棟は宿直のための部屋が並び、片廊下を通って、順に、宿直室、小便室、そ して、流しやいろりを備えた土間があったことが分かった。さらにその北側の棟には、外廊下 を通って大便所、小便所、手洗いがあったことが分かった。宿直室、小便室、土間は図面上で お互いが 1 間の建具でつながっていたことが分かり、工事写真にも一部写っていて(写真 1-2a) 宿直室、小便室の間は障子の建具であったことが分かった。1986 (昭和 61) 年の図面や写真 には、既に資料室 2 があるため、それ以前に増築されたものと思われる。また、その時既に応 接室も無くなっていたことが分かった。現在の資料室 3 の中央付近にある独立柱は、この 1986 (昭和 61) 年の工事で新設されたもので、応接室のあった際の柱の位置とは異なる。また、ホ ールを入った正面の電話室もこの工事で間仕切り壁が撤去された。電話室横には、それ以前に 手洗いが増設されていたと見られ、その手洗いも一緒に撤去された。水道資料館の展示を行う にあたり、宿直室、小便室、土間の 3 室はすべて間仕切りが撤去され、資料室1という一室空 間に変更された。また、外部と土間の出入り口は壁に変更され、既設建具は処分された(写真 1-2-m)。資料室 1 の独立柱 2 本は、既設柱に添え柱を付けたものである。資料室 1 と資料室 2 の境界にも間仕切り壁と開き戸・引き戸があったが、すべて撤去されて一室の展示空間となっ た。外観での大きな変更点は、旧ポンプ室同様、土葺きの瓦が 2005(平成 16)年に全て撤去さ

れ、桟瓦に葺き替えられたことが挙げられる。資料室 2 の基礎は、1986 (昭和 61) 年の改修時に既存のベタ基礎に煉瓦貼りとしたもので、煉瓦基礎ではない (写真 1-2-n、q)。また、旧ポンプ室と同時に、1989 (平成元) 年に外壁の全面再塗装が行われ、ケレン掻き落としの上再塗装を行っており、旧事務室からも元の色を知る事は困難である。ただ、竣工時の写真 (写真 1-4~写真 1-7) によれば、屋根の形状や外壁等にその他の大きな改造はないことが確認できる。内装に関しては、床仕上げは 1986 (昭和 61) 年の改修時にすべて長尺塩化ビニルシートに変更されたが、当初は宿直室、小便室は、押入を備えた畳の間であり、資料室 2、3 は改修図面によると P タイルであった。この P タイルの詳細は不明で、当初の床仕上げかどうかは分からない。天井は、元電話室と、資料室 1 の廊下以外の箇所について、既設の天井板にあわせて新規の天井板が張られ、塗装された。窓は、旧ポンプ室同様に 1986 (昭和 61) 年の改修で上げ下げ窓にはめ殺しの網戸が新設され、旧事務室にも開閉金物が取り付けられてロープによる開閉でなくなった。唯一ロープによる開閉装置が残っているとされた内部の建具も既に破損していた。便所への出入り口の扉は、同工事で新設されたものである。

旧倉庫は、旧ポンプ室同様、1986(昭和 61)年の改修時点の図面が最も古いものである。倉庫の中は保存庫 1、保存庫 2 の 2 室に分かれており、この間仕切りは風化の程度や製材跡から当初からのものと推察される。2 室は土間であったが、1986(昭和 61)年の改修で床が張られ、現在に至る。保存庫 2 は、工事の時点で内部がさらに間仕切りで区切られており、改修項目に「浴室撤去処分、既設上床撤去処分」とあることから、一部に床が張られ、宿直用の風呂場があった可能性もある。1986(昭和 61)年の工事写真(写真 1-3-f)では、改修前から保存庫 2 に 2 枚のアルミサッシが写っており、これらの建具の変更はそれ以前に行われたものと思われる。外観に関しては、竣工時の写真(写真 1-4~写真 1-7)により、屋根の形状や外壁等に大きな改変がないことが確認できた。屋根はセメント瓦で、それが当初からのものであるかは不明であるが、1990(平成 2)年に高圧洗浄が行われ、葺き替えはされないまま現在に至っている。また同工事にて外壁は全面ケレン搔き落としの上再塗装を行っているため、旧倉庫からも元の色を知る事は困難である。内部は土壁の保護のため壁に合板が張られ、倉庫として使用されている。2 カ所の出入り口の建具は改変履歴がないことから、当初のままと思われる。

基礎

旧ポンプ室と旧事務室の基礎は出隅を花崗岩で補強した煉瓦積み(イギリス積み)で、基礎底部は花崗岩敷きとしている。煉瓦には讃岐煉瓦が用いられている。一方旧倉庫は、花崗岩敷きの上に直接土台を載せており、従来の伝統的な技法で建てられている。旧ポンプ室は一室の大空間であるが、旧事務室の場合は間仕切りがあるためその基礎を工事写真で確認した所、布基礎がまわっておらず、玉石が高くなったように支持されていたことが分かった(写真 1-2-g)。側基礎の立ち上がりは、基壇の意匠を重視するため 1877(明治 10)年頃から高くなりはじめ(長尾充,1992)、それに伴い側土台の位置も高くなった。旧事務室のように内部に布基礎を設けずに縦長の東石や積み石で間仕切り土台を受ける方法は多くの建物に見られる対処法であるが、不安定な基礎である。明治前半までは、構造的な意味よりも洋館の外観表現が意図されていたため、布基礎は外周部のみに用いられ、内部の納まりが難しくなっても布基礎を高めた(源,2009,27)とされている。伝統技術の中には側基礎が間仕切り基礎より高い位置にある参照例がなく試行が続き、明治後半にはようやく布基礎を間仕切り通りにも設置するようになる。旧事務室の場合、大正期になっても外観表現を重視した基礎で試行錯誤を続けていたことが分

かる。

洋風建築において基壇的基礎は重要な意匠要素であり、旧ポンプ室は地覆石と葛石の間が煉瓦 10 段、旧事務室は煉瓦 5 段で構成されている。旧事務室は、さらに壁に竪の羽目板を張り、下見板とあわせて立面は 3 段構成となっている。なお、旧ポンプ室の場合は布基礎という観点で言えば地下からの煉瓦壁をそのまま基礎の天端まで延長する意匠もあり得るが(図 1-4)、内部でも一旦整石の地覆石を通している点で基壇的意匠をより意識した時代性を物語っていると言える。

小屋組

旧ポンプ室と旧倉庫には真束(キングポストトラス)の洋小屋、旧事務室には伝統的な和小屋が用いられている。外観の意匠は旧ポンプ室と旧事務室は類似しているが、小屋組は大空間を要するポンプ室に大架構を可能にする新しい洋小屋を採用し、執務や宿直など住宅に近い機能を持つ事務所では伝統的な小屋組を採用している使い分けが特徴的である。

日本における洋小屋の受容については、洋式建築技術の導入にあたり、外国人技術者の指導 下で幕府や雄藩が建造した公的系譜と、居留地などで工匠が始めた民間的系譜があり、前者に はいちはやく洋小屋が現れ、後者に和小屋の傾向があったと言われている(松村,1976,1-37)。 旧ポンプ室の真束小屋組は、主要な材料はすべて丸鋸や帯鋸の機械製材で造られ、梁間 6.8m に 対し陸梁 150×240 の矩型断面の長材を用いている。そのトラス面が 1 間間隔で整然と並び、相 互に挟梁で繋がれている。L 字平面の接合部はダブルワーレントラスで受けるなど、先進的な技 術が試みられている。明治期の木造軸組の構法の近代化について、国、県、市の指定文化財の 工事報告書の構法をまとめた[源,2009]によると、明治前半の洋小屋は、トラス面を挟梁で繋 ぐことは行われておらず、まだ欧文建築技術書の中にも該当する記述がないとされている。 1891 (明治 24) 年の濃尾地震の被害においてコンドルが洋小屋は個々別々になっているのに較 べ和小屋が十文字に梁が組まれ耐震的に優れていると述べている(コンドル・他,1892)こと から、挟梁は洋式技術として導入されたものではなく、1895 (明治 28) 年の「木造耐震家屋要 領」(図 1-5) で提案されたものと言われている。「木造耐震家屋要領」[菊池大麓識,1895] は、 1894(明治 27)年の庄内地震の翌年にその調査会が辰野金吾らの原案により山形県に提出した ものである。その他、同時期に、小学校(文部省震災豫防調査會,1985)、農家(文部省震災豫 防調査會,1985)、町家(文部省震災豫防調査會,1985)、それぞれの耐震改良案としてこの挟み 梁が示されており、旧事務室に見られるような設計図書を作成できる設計者であれば、それを 参照した可能性は大いにある。旧ポンプ室の小屋組の挟み梁は、度重なる震災に対し、耐震補 強という時代背景から採用された可能性が高い。

旧ポンプ室に見られるような本格的なトラスが地方で発達してくる時期は明確ではないが、 山形県では 1916 (大正 5) 年竣工の県庁舎及び県会議事堂にいたっても、短小材には丸鋸製材 がみられるものの、陸梁や合掌などの大断面の長材は縦挽鋸が使用されていた (木 村,1994,173)。一方、1930(昭和 15)年の同建物の改修では長さ 11m の陸梁をすべて丸鋸で製材 しており (木村,1994,173)、この間の技術革新の早さは目覚ましい。旧事務室の和小屋は当然 ながらヨキや縦挽鋸のような手作業による近世以来の伝統技術が見られるが、その一方で、旧 ポンプ室は陸梁の長材も丸鋸・帯鋸で製材されており、新旧の製材技術が適材適所に使われた、 香川での製材技術の近代化の過程を示す遺構とも言える。和小屋の梁には今でも手仕事がみら れるが、特に洋小屋については機械製材の普及で角材の量産が可能になり、その後トラスは一 般化していく。

旧倉庫の小屋組は旧ポンプ室同様真東小屋組であるが、倉庫という機能のため全く素朴な造りであり、対照的である。ただ、旧ポンプ室と異なり、挟み方杖が用いられているのが特徴的である。この方杖は、近世から小屋のような建物の梁や桁の受けや歪み止め、城郭の軒の支えなどに用いられた部材で、方杖に関しては伝統技術の流れから倉庫に採用されたものと思われる。旧グラバー邸(1863 年)や旧見付学校(1875 年)にも方杖や挟み方杖が採用されており、新しい洋風小屋組と伝統技術との共存した形を見る事ができる。

壁

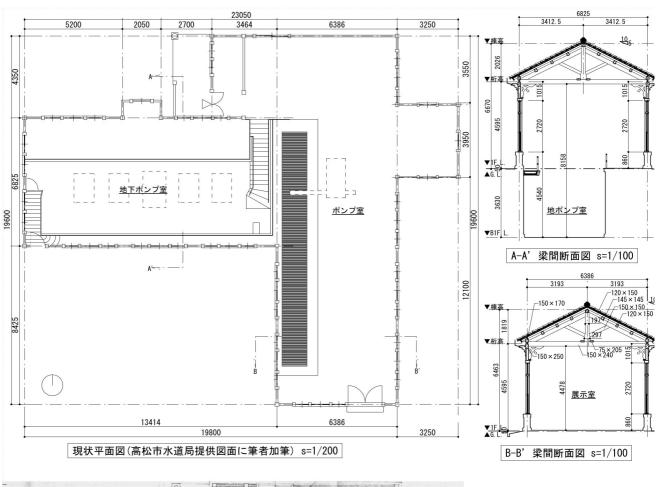
壁は、旧ポンプ室と旧事務室は大壁のため、過去の工事写真で修理や改修の際に部分的に露 出したものを参照して分析を行った。旧ポンプ室は、[写真 1-1-j~m]から、間柱を持った貫構 造で、間柱と柱の面に外壁は直接下見板を張り、室内側は胴縁をつけて竪板張りとしていると 見られる。旧事務室は、天井裏から部分的に確認ができ、[写真 1-8] のように、貫構造の上、 二重小舞となっていると分かった。ただし[写真 1-9]のように、腰板の解体写真には小舞が 写っておらず、貫も無いように見られる。代わりに間柱というよりも竪胴縁のように細い材が 土台の幅内に付けられ、内外共にそこに銅縁を打って腰板を張っているように思われる。屋根 裏からは小舞が外周部に付いていることが確認でき、[写真 1-2-h] のように内部壁にも小舞が 確認できるため、腰板の一部に小舞が無い可能性については、今後確認する必要がある。この 二重小舞は近世的な技法で、[山田,1981,135-136] が慶長 11(1606)年の彦根城天守の外壁の 他、後年土蔵にしばしば用いられたと記している。大工書(甲良宗員,1729)では「太鼓壁」と 呼ばれている。裏返し塗りができない点[山田,1981,136]や、内側の乾燥が不十分になりやすい 点[文化財建造物保存技術協会,2005,75]が問題とされる。こうした貫構造に二重小舞という 近世的な技法は洋風建築の大壁でも採用され、1903(明治 36)年の旧富山県立農学校本館など の実例がある。なお、洋館では二重小舞の間は中空であるが、[山田,1981]によれば彦根城天守 は石詰めされる。

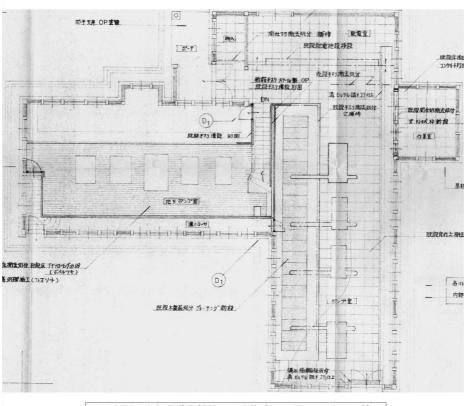
貫構造については、明治後期に入って棟梁らがつくる擬洋風建築の時代から近代的建築教育を受けた建築家たちが洋館を設計するようになると、貫を用いた洋館は減少すると言われている(源,2009,84)。技術的には明治後期から窓上下の枠組みにもすべて筋交いを入れるような剛性の高い壁面が造られるようになり、香川でも、例えば1903(明治36)年に竣工した旧善通寺偕行社など、中央との結びつきの強い建物には貫ではなく筋交いによる壁面の洋風建築が早くから造られている。水道資料館の建物はいずれも外観は洋風建築を模しているが、壁構造については工匠による伝統技術を用いた造り方であることが分かった。

旧倉庫は、旧事務室と同じく貫構造に二重小舞が取り付くものの、内部は真壁の荒壁のままで、下見板の大壁の外観とは全く異なる、農家の納屋を思わせる内部空間である。敷地周辺には同規模の倉庫が映っており、そちらは伝統的な竪板張りの意匠で造られていることが分かった(写真 1-7)。そのため、旧倉庫は、隣接する旧事務室の意匠にあわせて、外観だけは下見板として洋風建築を模した可能性が高く、設計者の腐心が伺える。

洋風建築の大壁にはしばしば木刷り下地に漆喰塗りの仕上げが行われ、旧ポンプ室の妻壁に一部その技術がみられた(写真 1-1-o)。木刷りというのは洋式技術で、伝統技術では小舞下地の荒壁は裏返し塗りによって土を付着させるのに対し、木刷り漆喰では木刷りの片側から塗ら

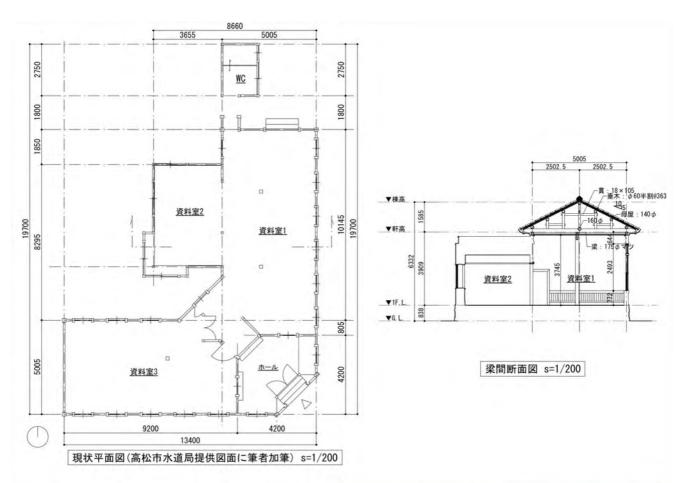
れた漆喰が、木刷りの隙間から押し出されて付着するため、当時の左官職人には容易には受け 入れられなかったとされる技術である。[写真 1-1-o] では下げ苧が見られる。下げ苧はそうし た裏返しができない場合に繊維質を巻き付けて付着を助ける伝統技術で、ここでも洋式技術と 伝統技術を組み合わせた工夫が見られる。この洋風建築での下げ苧の技法は、1875 (明治 8) 年 の旧見付学校に見られる。

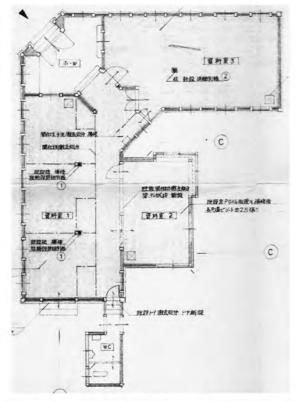


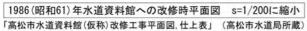


1986 (昭和61) 年水道資料館への改修時平面図 s=1/200に縮小 「高松市水道資料館(仮称)改修工事平面図、仕上表」 (高松市水道局所蔵)

図 1-1 旧ポンプ室 平面図・断面図









「高松市水道濾過池事務所新築平面図縮尺五拾分之壱」(高松市水道局所蔵)

図 1-2 旧事務室 平面図・断面図

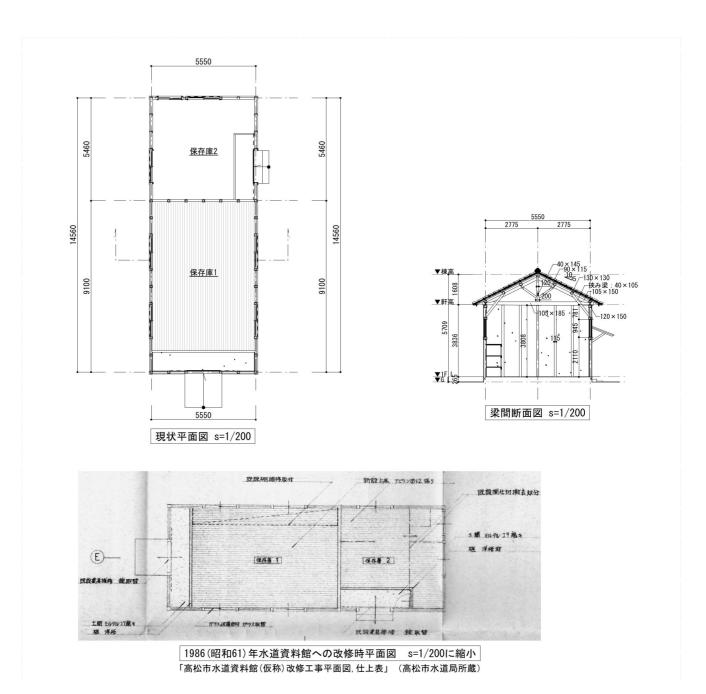


図 1-3 旧倉庫 平面図・断面図

表 1-2 参照工事資料一覧

	:g
名称:高松市水道資料館(仮称)改修工事 [検収調書]	名称:水道歴史館しろあり駆除工事[工事写真帳]
工期:昭和61年12月10日~昭和62年2月27日	工事箇所: 水道資料館施設歷史館建物
契約先:別枝土建工業 株式会社	工期:平成13年2月22日~平成13年2月28日
2	10
名称:高松市水道資料館(仮称)改修工事設計依託業務[検収調書]	名称:御殿浄水場内生垣整備業務[工事写真帳]
履行期間:昭和61年2月26日~昭和61年3月11日	工期:平成14年
契約先:有限会社 古市設計事務所	契約先:株式会社 北谷植花園
3	11
名称:高松市水道資料館(仮称)屋外整備工事その2 [検収調書]	名称:高松市水道資料館防災設備改修工事(No. 1) [工事写真帳]
工期:昭和62年4月10日~昭和62年5月19日	工期:平成14年
工期:昭和62年4月10日~昭和62年5月19日 契約先:有限会社 山水園	工期:平成14年 - 契約先:西日本ロード施設株式会社
4	12
名称:高松市水道資料館屋根葺替工事 [検収調書]	名称:水道資料館(歴史館)補強等改修工事 [竣工提出書類]
工期:平成元年1月9日~平成元年3月27日	工期:平成15年1月17日~平成15年3月10日
契約先:別枝土建工業 株式会社	契約先:有限会社 向井建設
5	13
名称:高松市水道資料館塗装工事 [検収調書]	名称:水道資料館防災設備改修工事 [納入仕様書]
工期:平成2年5月18日~平成2年7月6日	:工期:平成15年1月17日~平成15年3月10日
契約先:有限会社 黒川塗装店	契約先:株式会社 福田工業
6	14
名称:水道資料館北側の橋欄干修繕[工事写真帳]	名称:水道資料館屋根等改修工事 [納入仕様書]
工期: 平成12年6月22日~平成12年8月15日 契約先: 別校土建工業 株式会社	: 台所: 小温具行師医院ではテーテ (新人は味言) 工期: 平成(6年11月10日〜平成17年2月15日 契約先: 株式会社 福島工務所
契約先:別枝土建工業 株式会社	契約先:株式会社 福島工務所
7	15
名称:水道資料館しろあり駆除工事 [工事写真帳]	名称:水道資料館屋外通路設置工事 [工事写真帳] [検査調書]
工事箇所:施設内PR館(北側部分)	工期:平成17年1月21日~平成17年2月21日
/ 名称:水道資料館しろあり駅除工事 [工事写真帳] 工事箇所:施設内R館 (北側部分) 工期:平成12年10月16日~平成12年10月17日	10 名称:水道資料館屋外通路設置工事 [工事写真帳] [検査調書] 工期:平成17年1月21日~平成17年2月21日 契約先:株式会社 北谷植花園
8	16
名称:水道資料館外壁等改修工事 [検収調書]	名称: PR館・倉庫シロアリ対策工事 [工事写真帳]
工期: 平成12年12平成16年11月10日~平成17年2月15日月6日~平成13年3月5日	工期:平成16年12月28日~平成17年1月15日
契約先:大一塗装 株式会社	工事箇所:PR館・倉庫
	契約先:真部木工白蟻研究所

表 1-3 工事履歴

日付	工事名称	①高松市水道資料館歴史館(旧ポンプ室)	②高松市水道資料館PR館(旧事務室)	③高松市水道資料館資料保管庫(旧倉庫)
1907 (大正6) 年3月30日			竣工	竣工
1908 (大正7) 年8月30日		竣工		
1911 (大正10) 年			上水道敷設工事完成(竣工式・祝賀会)	I
1966 (昭和41) 年	御殿場浄水場管理室改築工事		竣工	
1986(昭和61)年12月10日 ~1987(昭和62)年2月27日	高松市水道資料館(仮称)改 修工事	- 一部間仕切り撤去 ・ 床の仕様変更 (床仕上げ撤去、地乗の上土 間コンクリート打設、床仕上げ新設、等) ・内部美装 (一部漆喰塗りの上に塗装) ・ 手摺新設 ・ 電気設備新設等	· 電気設備新設	●保存庫1: ・既存土間上に上床斬設・避補修等 ・保存庫2: ・間仕切り撤去処分・・沿室撤去処分・・既存土間上に上床斬設等
1987 (昭和62) 年6月6日			水道資料館オープン	
1989(平成元)年1月9日 ~1989(平成元)年3月27日	高松市水道資料館屋根蓋替工 事	・屋根:全面基替(下地茸土撤去、ルーフ イング+核木新設) ・一部野地板、無木、棟木の取替 ・軒:取替 ・材飾り:取替 等	・一部(主に玄関ポーチ)小屋組補強材付加 ・一部(主に玄関ポーチ)野地板・広木舞・ 柱:取替 ・屋根瓦復旧 ・一部(谷種部)野地板・谷樋等:取替 ・野樋:取替十塗装等	・軒穏・竪穏:取替 ・集水枡・排水管新設
1989 (平成元) 年12月 ~1990 (平成2) 年3月	高松市水道資料館塗装工事 (その1)	・剥離・ケレンの上、再塗装	・剥離・ケレンの上、再塗装	
1990 (平成2) 年5月18日 ~1990 (平成2) 年7月6日	高松市水道資料館塗装工事 (その2)			・外部(外壁等):塗膜剥離の上、再塗装・屋根:高圧洗浄の上、塗装
1997 (平成9) 年5月29日		国の登録文化財に登録	国の登録文化財に登録	
2000 (平成12) 年12月6日 ~2001 (平成13) 年3月5日	水道資料館外壁等改修工事	・木部: 補修・取替 ・上げ下げ窓: パテ打ち直し、ガラス取替 、塗装	・木部:補修・取替 ・上げ下げ窓:パテ打ち直し、ガラス取替、塗 装	
2000 (平成12) 年10月16日 ~2000 (平成12) 年10月17日	水道資料館しろあり駆除工事		・白蟻駆除工事	
2002 (平成14) 年	高松市水道資料館防災設備改 修工事	- 電気配管敷設	- 電気配管敷設	
2003 (平成15) 年1月17日 ~2003 (平成15) 年3月10日	改修工事	・補強工事(金物、丸形鋼管、棟) ・階段:石割れ部部分モルタル補修 ・西側木製階段改修(ほぼ取替) ・シーリング搬去、打替 ・犬走り・排水溝:塗膜防水施工		
2004 (平成16) 年11月10日 ~2005 (平成17) 年2月15日	水道資料館屋根等改修工事	・窓金物:取替・窓周り:木部捕修 等	・歴棋:全面英替(下地東土撤去、ルーフィング・検木新設)、ほぼすべて野地板を取替・上げ下げ窓:網戸張り替え、組子取替、補修額所塗装	
2004 (平成16) 年12月28日 ~2005 (平成17) 年1月15日	PR館・倉庫シロアリ対策工事		・白蟻駆除工事	・白蟻駆除工事
2005 (平成17) 年3月		白螺被害状況及び白螺防除工事	白蟠被害状況及び白蟠防除工事	白螺被害状況及び白螺防除工事



a, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



b, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館 (仮称) 改修故事



c, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



d, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



e, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



f, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



g, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



h, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事 i, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事





j, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事





k, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事 I, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事



m, 旧ポンプ室, 水道資料館外壁等改修工事



n, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) o, 旧ポンプ室, 高松市水道資料館(仮称) 改修故事



改修故事

写真 1-1 旧ポンプ室 参照写真



a, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



b, 旧事務室, 高松市水道資料館 (仮称) 改 c, 旧事務室, 高松市水道資料館 (仮称) 改 修故事



修故事



d, 旧事務室, 高松市水道資料館 (仮称) 改 修故事



f, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



g, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



h, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



i, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



j, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



k, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 I, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改修 m, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



故事



修故事



n, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



o, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 q, 旧事務室, 高松市水道資料館(仮称)改 修故事



修故事

写真 1-2 旧事務室 参照写真



a, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



b, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



c, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



d, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 e, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 f, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



故事



故事



g, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 h, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 i, 旧倉庫, 高松市水道資料館(仮称)改修 故事



故事



故事

写真 1-3 旧倉庫 参照写真



写真 1-4 御殿水源地全景



写真 1-5 同左一部拡大



写真 1-6 第六號高松市水道濾過池ノ全景(大正七年一月十三日撮影)



写真 1-7 同上一部拡大

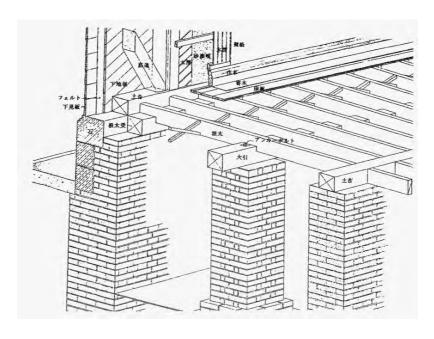


図 1-4 旧岩崎家住宅洋館 1896 (明治 29) 年

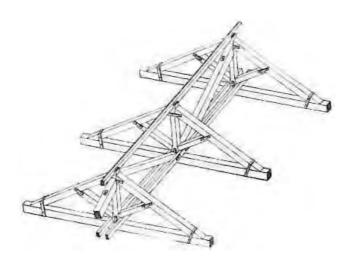


図 1-5 「木造耐震家屋構造要領」挿図(菊池大麓識,1895)



写真 1-8 旧事務室の二重小舞と貫(2014年3月11日筆者撮影)



写真 1-9 旧事務室の腰板内部(工事写真より引用)

1.2 県下の文化財としての位置づけ(文化的景観・他の登録有形文化財との比較)

県を代表する近代建築としての高松市水道資料館に対する評価を客観的に示す資料として、 過去全国的に行われてきた保存を要する重要な近代建築のリスト化の成果を取り上げたい。こ れらの動きは、急速に失われつつあった優れた近代建築の保護を目的として始まったものであ る。

まず、日本建築学会が 1980 年に全国規模の重要近代建築のリストを刊行した。香川県では 116 の建物が挙げられたが、その中に旧ポンプ室と旧事務室が入っていた。さらに県下を代表す る近代建築として、冒頭で以下のように紹介されている。「現存する遺構に基づいて香川県下の 洋風建築の展開を概観すると、その流れは、明治から大正・昭和戦前期を通じて、併存する 2 種の系統を軸として把握できよう。一つは、正統的な西洋建築に速なる系統で、常に中央での 近代建築の動向に影響され、対応した動きを示すものである。多くは、いわゆる建築家の手に より設計され、生産組織を含めて中央との結びつきが感じられる。この系統では、旧第十一師 団司令本部、大正期に成長した金融資本の設けた渡辺節建築事務所設計の旧日本勧業銀行高松 支店と清水組設計施工の旧百十四銀行本店、また国鉄の手になる琴平駅駅舎、さらに昭和戦前 期では民間に及び、清水組設計施工の大塚新聞舗などが代表的存在である。しかし、大胆な造 形を示す琴平駅駅舎を除いて、いずれも中央の水準を越えるものではない。もう一つは、明治 初期のいわゆる擬洋風建築に連なる系統で、中央の建築界の動向とは独立した流れを形成する ものである。そのほとんどは施主と伝統的大工の協同により生み出されたと思われ、生産組織 を含めて地域との結びつきの強いものである。明治期では神戸の領事館をまねたと伝えられる 旧由佐郵便局、大正期では旧長尾警察署、昭和戦前期では水尾写真館が代表例としてあげられ る。これらは、明治初期の擬洋風建築と比べて時期が下るにつれて造形面では次第に定型化の 方向をたどるが、地域によっては秀作を生み出した場合もある。以上の両極に位置する 2 種の 系統は、互いに独立した流れであるだけではなく、時には交錯して注目すべき造形を生んでい る。武田一邸は、ライトの造形モチーフを和風の邸宅に付加したものであり、高松市御殿浄水 場は、施主の中央志向に施工者が応えたものと考えられ、それぞれに充実した作品となってい る。」(日本建築学会, 1980, 369-370)

また、続いて土木学会からも『日本の近代土木遺産一現存する重要な土木構造物 2000 選』 (土木学会,2001) が刊行され、香川県では計 26 件が選定された。その中で保存状況に応じて ランクが $A\sim C$ に分けられており、香川では最も良い A ランクが 4 件あったうちの 1 件に旧ポンプ室が入っていた。その他の A ランクは他に男木島灯台、鞘橋、豊稔池堰堤が挙げられている。

さらに、近年の県内の建築物のリスト化で大きな成果を上げたのが『香川県の近代化遺産:香川県近代化遺産(建造物等)総合調査報告書』(香川県教育委員会,2005)である。これは全国的に各自治体が実施しているもので、県下で初めての本格的な近代化遺産の調査であった。高松市の近代化遺産として、建築41件、土木105件がリストアップされ、その中に旧ポンプ室、旧事務室が共に入った。それだけでなく、リストには御殿浄水場の濾過室(大正7)、水埋渠東人孔(大正4)、貯水池(昭和27)が入り、施設内に当初の近代土木遺産が存続している点も新たに評価されることになった。この[香川県教育委員会,2005]がまとめた県下の近代建築の総数を時代別、地域別に分類したのが[表1-4]である。高松市には明治期の建物が多いと見られるが、そのうち4棟は四国村の建築物であり、市域に建つ事例は県の中心市街地としては少な

い。高松市は高松空襲により市街地の8割を焼失したため多くの建物が失われたことが大きい。また、戦後の高度成長期とバブル期に県下全域にわたり近代建築の取り壊しが進んだことで、この時期に旧高松市役所庁舎、旧第一勧業銀行高松支店、旧東邦高松支社、三越高松支店、旧高松北署庁舎など、中心市街地の景観を特徴づける鉄筋コンクリート造の建築が消えた(香川県教育委員会,2005,21)。市の文化的景観の維持向上のためにも、残された高松市水道資料館の建物の保存が望まれる。

表 1-4 県下の近代建築の数(香川県教育委員会,2005 をもとに作成)

	明治	大正	昭和初め	不明	合計
小豆島	6	1	15	2	24
東讃	1	6	13	1	21
高松	15	7	14	2	38
中讃	26	31	72	30	159
西讃	2	9	35	10	56

その他、上野時生が県下の近代建築を写真集(上野,1986)として出版しており、これも現存しない建物の状況を確認できる貴重な資料になっている。この写真集で取り上げられた 76 の近代建築の中でも、旧ポンプ室と旧事務室は取り上げられている。しかし、この写真集に掲載された 76 の建物も、2004 年 11 月の時点ですでに半分以上が失われて 31 例しか残っておらず(香川県教育委員会,2005,21)、高松市の近代化を象徴する近代建築の存続はまさに危機的な状況にある。

ここで、近代水道の敷設という地域の生活を一変させる近代化の象徴的役割を担ったポンプ室建築について取り上げたい。ポンプ室は近代水道が大都市や地方の中心都市に初めて導入された記念碑的な建物という意味が強く、近代土木遺産の中でも特に装飾的な存在で知られる。明治以降、近代化と言えば西洋化であり、近代化を象徴する建物や官庁建築には決まって洋風建築が採用された時代で、例えば、派手なネオ・バロック様式の鍋屋上野浄水場第一ポンプ所(写真 1-10)など、全国的に、装飾的・象徴的な建物が造られた。



写真 1-10 鍋屋上野浄水場第1ポンプ所(大正3年、名古屋市)

撮影:住宅都市局都市計画部都市景観室調査企画係

今回、このポンプ室について、現在国の文化財になっている建物の調査を行った。結果、全国では高松市を除いて 15 のポンプ室が文化財になっていることが分かった (表 1-5)。これらはいずれも登録文化財で、国の指定文化財になっている事例はなかった。また、そのうち高松

市のように建物を別の用途で活用している事例は 6 例であった。(各建物の活用方法については、 3 章で詳述する。) 意匠を見ると、いずれも明治・大正期の洋風建築、昭和期の海外の近代建築 の影響を受けた建物など、各時代の材料・技術の水準において先進的な造形が用いられた建物 ばかりである。縦長の連続する上げ下げ窓や、アーチ、ペディメントなど共通した洋風建築の 意匠も見い出せる。建築年代別に見ると、明治期…1、大正期…3、昭和前期…11 であった。構 造別に見ると、鉄筋コンクリート造…12(うち鉄骨との混構造が 2)、煉瓦造…2、木造…1 であ った。ポンプ室は地階にポンプを置くピットがあるが、上屋はほとんどが平屋であった。全国 的には明治~大正期の煉瓦造・木造、昭和期の鉄筋コンクリート造に大別でき、年代と構造は ほぼ一致する結果で、文化財になっているのは昭和前期の鉄筋コンクリート造が多かった。高 松市のポンプ室は、そうした昭和期に多くのポンプ室が鉄筋コンクリートで造られるようにな る前の、最後の時期の木造ポンプ室と言え、全国的にも現存する最も古い木造のポンプ室だと 思われる。文化的景観の価値の指標はその地域の生活や歴史との関わりが挙げられる。高松市 水道資料館の建てられた大正中期は、地方都市で上水道が整備されていた中でも早期に属し、 高知・徳島より 7~8 年先行(香川県教育委員会,2005,39) しており、高松市民が水の確保に苦 心し、上水道の敷設を切望してきた地域の生活史を物語る貴重な文化遺産と言える。地域の発 展に大きく貢献した建物の他、浄水場の他の草創期の設備がそのまま当初の場所に残っている 点でも評価は高いと考える。

最後に、1997(平成 9)年 5 月 7 日に旧ポンプ室と旧事務室がそれぞれ国の登録有形文化財に登録されたこと、そして厚生省の近代水道 100 選に選ばれたことを考えれば、県下におけるその建築的文化的価値は多くの人に認められてきたことが明らかである。

表 1-5 全国の文化財となったポンプ室(写真は文化財データベースより引用)

機器	生 花 翻	サー 神 ル 歌	世間	が が 部区	女子 花 紅花 翻形	知 施	知 祝 麗	また ない はな ない はな はな はな はな はな はな はな はな はな はな はな はな はな
文化對種類	登録有形文化 財(建造物)	登録有形文代 課 (建造物)	衛 (((((((((((((((((((· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	登録有形文化 財 (建造物)	登號有影文化 課 (建造物)	登録有形文化 課 (講 6 講 6 計)	登録有形文化 課 (羅浩物)
建築面積 都道府 (m) 果名	240 福井県	272 待島県	249 香三葉	238 国 円 湯	17 農場場	銀 銀	72 山口県	S 料 編 (S)
羅蒙影式	鉄筋コンクリート造2階建	鉄約コンクリート ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	大	無 助 神 坦 城 数	鉄路コンクリート ト高平摩建	鉄音造及び鉄筋 平屋離 平屋離	鉄路コンクリー ト語学等下1階 地上1階離	無数 開 は は は は 数
蓮葉年	1924	1926	8181	206	1902	88	98	1924
建築年代	題大正	Ϋ́Ε	₩ ₩	#Q ##F	極足線	福品品	福 (1)	2000年
活用の 用達 有無	如本		研集機	新		96 40 DB	(元) (0H) (20) (4K) (4C)	See Cold
外観写真								
	福井井 福 (日記念 東 大 大 大 大 大 本 (日) (日) (日) (日) (日) (日) (日) (日) (日) (日)	徳遠配ン 島局水ブ 市佐場場 水古木	種類 関係 大 を を 対象 が が が が が が が が が が が が が が が が が が	三 事 事 事 事 を 事 を が を が を を を を を を を を を を を を を	無 大 大 を	田 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 日 日 日 日 日 日 日 日 日	山道室島ボハロ島(水ン水)を電田湾ファイン水気宮地室	額 (型型) 本 (型型) (型型) (型型) (型型) (型型) (型型) (型
種別	· 問題 日本	部 現 世間	産業3次	生産	生産	世 照 明 明	和 語 記	短 短 短
文化財種類	登録有形文化 財 (建造物)	發發曲数文化 對 (建造物)	曼鏢有於文化 財 (建造物)	登録有款文化 對 (建造物)	登録有影文化 對 (建造物)	登録有形文化 對 (薩彥撒)	整錄有数文化 課 (課 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	登錄有形文化 對 (建造物)
建築重積 都道府 (所) 県名	208 結本集	華	成 原 の	55. Mile Mile Mile Mile Mile Mile Mile Mile	202 ##	EE	86 本命	12 石川県
	鉄筋コンクリート造地上I階地下I階建	鉄砂コンクリー ト値平極離	数数ロンクリー 下 計解 開 一部 を 「 別 解 開	機脚	鉄路コンクリー 神経神平曜一部2	投稿トレクンロ総番手	鉄骨 造及 び鉄 町 平屋建 平屋建 平屋建 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト 画 - ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ト 画 - ト ー ー ー ト 画 - ト ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー ー	鉄路コンクセード 一年 日本
建築年	661	1932	1933	1933	156	158	86	1932
建築年代	## ## ##	年 記 記	福品	福祉	## ## ##		## SE	## ## ##
活用の 用途 有無							架架	
外観写真								
10. 名称	今職 を 発 が が が	元 衛 衛 衛	三道浄水室 条局水水 市大場ン 水崎差ブ	三通浄水構全 条高水水水 本大様ンン 水質取フブ	国際 大学 を サント	生を表する。	類類が 大型 を 大 が で で で が が で の で が り で が り が り が り が り で り で り で り が り で り で	未舗式 浄海ン 神楽シン

2 構造調査

2.1 計算仮定

構造診断に用いる準拠規準として、地震と風に対する検討は「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計法」(平成 16 年 3 月 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会)、水平剛性に対する検討は「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008 年版)」(平成 20 年 12 月 財団法人 日本住宅・木材技術センター)を用いた。建物の詳細が不明なため、計算にあたって下記の仮定を用いた。

- ① 柱頭と柱脚の接合部は耐震要素として考慮しない。
- ② 柱位置は図面通りとする。
- ③ 今後の改修を想定して劣化部材は考慮しない。
- ④ 旧事務室の北側トイレと増築部は別棟とする。
- ⑤ 旧事務室の腰壁は板張りを想定する。
- ⑥ 旧事務室の壁は75mm厚の土壁を想定する。
- ⑦ 旧ポンプ室の壁は貫+板張りを想定する。
- 8 旧ポンプ室の地下部分は考慮しない。

2.2 建物重量

構造診断に用いる建物重量は、階高の中央より上部(屋根、小屋組、天井、壁)を考慮して算出した。単位重量は「建築基準法施行令」を参考に定めた。表中の倍率は屋根勾配や壁厚による補正係数である。各建物の重量算定結果を表 2-1 と 2-2 に示す。

表 2-1 建物重量(旧事務室)

荷重	種別	単位重量	倍率	面積	重量
刊里	1里刀1	$[N/m^2]$		$[m^2]$	[kN]
	栈瓦葺	980	1.077	147.6	155.7
屋根重量	小屋組	300	1.000	147.6	44.3
	天井	100	1.000	117.8	11.8
	土壁(軸組含む、t=75)	830	1.250	75.8	78.7
壁面重量	板壁	200	1.000	115.2	23.0
	妻壁(土壁、t=75)	830	1.250	39.4	40.9

※屋根の勾配係数: $\sqrt{0.4^2 + 1} = 1.077$

壁厚による倍率: 75/60=1.250

地震用建物重量:354.4 [kN]

表 2-2 建物重量(旧ポンプ室)

荷重	種別	単位重量 [N/m ²]	倍率	面積 [m²]	重量 [kN]
屋根重量	桟瓦葺	980	1.077	311.3	328.5
建似里里	小屋組	300	1.000	311.3	93.4
壁面重量	板壁 (軸組含む)	300	1.000	157.3	47.2
空田 里里	妻壁 (木ずりしっくい)	340	1.000	39.4	13.4

※屋根の勾配係数: $\sqrt{0.4^2 + 1} = 1.077$

地震用建物重量:482.5[kN]

2.3 入力地震動

構造診断に用いる入力地震動は、準拠規準に従い加速度応答スペクトルを用いる。表 2-3 に入力地震動のレベルと構造に対する要求性能を示す。中地震に対しては地震後に構造安全性の維持に支障がある損傷を生じないこと、大地震に対しては地震後に建物が倒壊しないことが求められる。

解放工学的基盤で与えられる h=5%における加速度応答スペクトルは図 2-1 に示す通りであり、表層地盤による加速度増幅率を用いて地表面まで増幅させる。稀に発生する地震動(中地震)に対するスペクトルの加速度レベルは、極めて稀に発生する地震動(大地震)に対するスペクトルにおける加速度レベルの 1/5 である。

要求性能	地震動レベル	構造の要求性能
損傷限界 (中地震時)	建設地において建物供用期間中に 1 度以上遭遇する事を想定する地 震(再現期間概ね数 10 年から 50 年程度)。	地震力の作用後に構造安全性の維持に支障がある損傷を生じない。
安全限界 (大地震時)	建設地における建築物の構造安全 性への影響度が最大級のレベル。	人命の保護。地震動の作用時に階 の崩壊・倒壊を生じないこと、即 ち、人間が生存可能な空間を維持 すること。

表 2-3 入力地震動のレベルと構造に対する要求性能

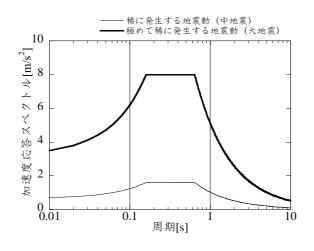


図 2-1 解放工学的基盤上の加速度応答スペクトル (h=0.05)

2.4 必要耐震性能の設定

旧事務室、旧ポンプ室とも土壁や板壁などの伝統的な耐震要素が支配的であり、準拠規準によれば表 2-4 と図 2-2 のように層間変形角と損傷状態は対応している。また、「重要文化財(建造物)耐震基礎診断実施要領」(平成 13 年 4 月 10 日文化財保護部建造物課長裁定、平成 24 年 6 月 12 日改正)における必要耐震性能設定の目安を表 2-5に示す。各建物の今後の用途が決まっていないため、構造診断では通常の用途を想定し、稀に発生する地震(中地震)に対する必要耐震性能を層間変形角 1/120rad、極めて稀に発生する地震(大地震)に対する必要耐震性能を層間変形角 1/30rad に設定する。

| 層間変形角 | 損傷状態 | 1/120rad | 軸組にほとんど損傷がなく補修も必要ない (損傷限界) | 1/60rad | 再使用可能限界―若干の補修をすれば再使用できる | 補修・再使用可能限界―土壁は大きなひび割れが生じ、軸組にも木材のめり込みによる損傷が生じるが、補修によって再使用が可能 | 大きな残留変形あり。これを越える応答変形では倒壊に対する安全性の保証ができない (安全限界)

表 2-4 層間変形角と損傷状態

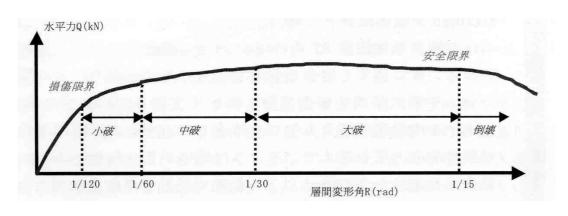


図 2-2 伝統的な耐震要素が支配的な木造軸組の構造特性

表 2-5 必要耐震性能設定の目安

			機能維持水準	安全確保水準	復旧可能水準
怪	生能目	標	大地震動時に要求される機能が維持できる。	大地震動時に倒壊せず、 生命に重大な危害を及ぼさない。	大地震動時に倒壊の恐れがあるが、文化財としての主要な価値を損なうことなく復旧できる。
ñ	舌用内:	容	現役の社会生活の基盤 となる施設(インフラ 施設)。 災害時の防災拠点となるもの。 不特定多数が常時利用 する大規模な建造物 で、特に必要と判断されるもの。	通常の用途に供しているもの。	ほとんど人が立ち入らないか,滞留時間が短いもの。
		軸組	損傷なし。仕口の緩み が生じることがある。	変形が生じる。	大きな変形が生じる が,倒壊しない。
	(参考)	雑作	一部が破損することがある。	破損・落下する恐れが あるが、再用して復旧 可能。	過半が損壊して,失われる可能性がある。
木造建	中地震動	土壁	ほとんど被害が生じない。	亀裂を生じ, 塗り替え が必要となることがあ る。	落下し、壁下地も損壊する。
木造建築物被害状	動時	安全	安全	安全	生命に重大な危害を及ぼさない。
害状況		機 能	機能継続	機能維持	機能喪失
況の目安	大地	軸組	変形が生じる。	大きな変形が生じる が, 倒壊しない (層 間変形角 1/30 以 下)。	倒壊する危険性がある。
	地震動時	安全	安全	生命に重大な影響を及 ぼさない。	危険
		機能	機能維持	機能喪失	機能喪失

2.5 耐震要素

旧事務室の耐震要素として土壁、土塗り小壁、旧ポンプ室の耐震要素として板壁、貫、下見板を考慮する。準拠規準では標準試験体の復元力特性が示されており(図 2-3)、実際の建物の復元力特性を算定する際には実情に合わせるための補正を行う。各耐震要素の補正方法は準拠規準に従う。土壁、板壁、下見板の耐力は壁長および壁厚に比例させる。土塗り小壁の耐力は架構高さに対する壁高さの比に比例させ、壁長による補正は行わない。また、壁長による補正は行わず、スパン数に比例させる。上述の方法で算定した各建物の復元力特性を図 2-4、各建物の耐震要素配置図を図 2-5 に示す。

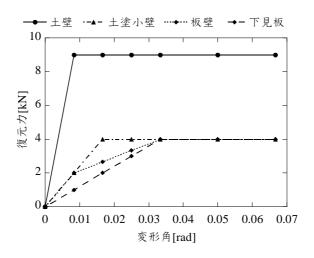


図 2-3 標準試験体の復元力特性

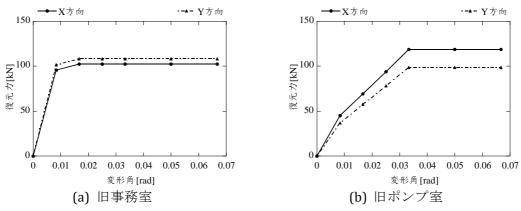
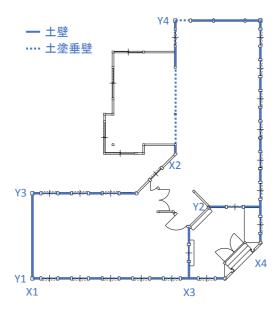
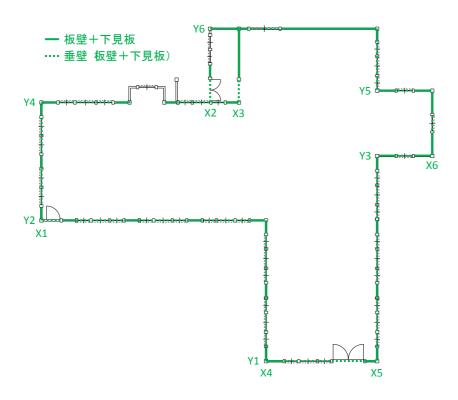


図 2-4 建物の復元力特性



(a) 旧事務室



(b) 旧ポンプ室

図 2-5 耐震要素の配置図

1/15	32, 76	7.24	40.00	11.57	1.21	12.78	19.52	3.62	23.14	25.34	1.21	26.55	102.47
1/20	32.76	7.24	40.00	11.57	1.21	12.78	19.52	3.62	23.14	25.34	1.21	26.55	102.47
1/30	32, 76	7.24	40.00	11.57	1.21	12.78	19.52	3.62	23.14	25.34	1.21	26.55	102.47
1/40	32, 76	7.24	40.00	11.57	1.21	12.78	19.52	3.62	23.14	25.34	1.21	26.55	102.47
1/60	32. 76	7.24	40.00	11.57	1.21	12.78	19.52	3.62	23.14	25.34	1.21	26.55	102.47
1/120	32.76	3.62	36.38	11.57	09.0	12.17	19.52	1.81	21.33	25.34	09.0	25.95	95.83
復元力 (kN)			Y1 合計			Y2 合計			Y3 合計			Y4 合計	무
存	3.64	1.81		1.29	0.30		2.17	0.90		2.82	0.30		
個数		9			\vdash			3			\vdash		
を表して		9.92			9.95			9.95			9.95		
避害(mm)	3909	393		3909	393		3909	393		3909	393		
(mm))	5300	0009		1872	1000		3158	3000		4100	006		
₩[[(mm)		75		75	75		22	75		75	22		
旧事務室 ½ 方向	Y1 通り 全壁			Y2 通り 全壁	小壁		Y3 通り 全壁	小壁		14 通り 全壁	小壁		

							復元力						
旧事務室Y方向	壁厚(mm)	壁長(mm)	壁高(mm)	南さた率	個数	倍率	(kN)	1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
X1 通り 全壁	75	2000	3909			3, 43		30.91	30.91	30.91	30.91	30.91	30.91
							X1 合計	30.91	30.91	30.91	30.91	30.91	30.91
X2 通り 全壁	75	2318	3909			1.59		14.33	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33
小壁	75	2550	393	9.95	3	0.90		1.81	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
							# 등 ZX	16.14	17.95	17.95	17.95	17.95	17.95
X3 通り 全壁	75	1992	3909			1.37		12.31	12.31	12.31	12.31	12.31	12.31
小壁	75	1000	393	9.95	\vdash	0.30		09.0	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
							H 무 EX	12.92	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52
X4 通り 全壁	75	0209	3909			4.16		37.40	37.40	37.40	37.40	37.40	37.40
小壁	75	7000	393	9.95	7	2.11		4.22	8, 45	8, 45	8.45	8.45	8, 45
							X4 合計	41.62	45.84	45.84	45.84	45.84	45.84
							수計	101.58	108.22	108.22	108.22	108.22	108.22

					_			_			_			_			_		
	1/15	7.91	4.42	12.33	16.15	11.06	27.21	9.80	1.11	10.91	15.60	6.63	22.24	9.80	1.11	10.91	35.16	1.11	35.16
	1/20	7.91	4.42	12.33	16.15	11.06	27.21	9.80	1.11	10.91	15.60	6.63	22.24	9.80	1.11	10.91	35.16	1.11	35.16
	1/30	7.91	4.42	12.33	16.15	11.06	27.21	9.80	1.11	10.91	15.60	6.63	22.24	9.80	1.11	10.91	35.16	1.11	35.16
	1/40	6.26	3.50	9.76	12.79	8.75	21.54	7.76	0.88	8.64	12.35	5.25	17.60	7.76	0.88	8.64	27.84	0.88	27.84
	1/60	4.62	2.58	7.20	9, 42	6.45	15.87	5.72	0.64	6.36	9, 10	3.87	12.97	5.72	0.64	6.36	20.51	0.64	20.51
	1/120	2.97	1.66	4.63	90.9	4.15	10.20	3.68	0.41	4.09	5.85	2.49	8.34	3.68	0.41	4.09	13.19	0.41	13.60
復元力	(kN)			Y1 合計			Y2 合計			Y3 合計			Y4 合計			Y5 合計			Y6 슴計
	命率	0.99	1.66		2.02	4.15		1.23	0.41		1.95	2.49		1.23	0.41		4.40	0.41	
	個数		4			10			П			9			П			П	
	南な比率		7.24			7.24			7.24			7.24			7.24			7.24	
	壁高(mm)		635			635			635			635			635			635	
	壁長(mm) ^昼	1800	4800		3675	9575		2230	1020		3550	0209		2230	1020		8000	1850	
	旧ポンプ室X方向	Y1 通り 全壁	小壁		Y2 通り 全壁	小壁		Y3 通り 全壁	小壁		Ⅰ4通り 全壁	小壁		Y5 通り 全壁	小壁		Y6 通り 全壁	小壁	

118.76

118.76

118.76

94.02

69.28

44.95

						復元力						
旧ポンプ室Y方向	壁長(mm)	壁高 (mm)	高さ光率	個数	岳率	(kN)	1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
X1 通り 全壁	2550				1.40		4.20	6.54	8.87	11.21	11.21	11.21
小壁	4400	635	7.24	4	1.66		1.66	2.58	3.50	4.42	4.42	4.42
						X1 合計	5.86	9.12	12.37	15.63	15.63	15.63
X2 通り 全壁	850				0.47		1.40	2.18	2.96	3.74	3.74	3.74
小壁	1250	635	7.24	\vdash	0.41		0.41	0.64	0.88	1.11	1.11	1.11
						X2 合計	1.82	2.82	3, 83	4.84	4.84	4.84
X3 通り 全壁	3000				1.65		4.95	7.69	10.44	13.19	13.19	13.19
小壁	1250	635	7.24	П	0.41		0.41	0.64	0.88	1.11	1.11	1.11
						X3 合計	5.36	8.34	11.31	14.29	14.29	14.29
X4 通り 全壁	2625				1.44		4.33	6.73	9.13	11.54	11.54	11.54
小壁	5700	635	7.24	9	2.49		2.49	3.87	5.25	6.63	6.63	6.63
						X4 合計	6.81	10.60	14.39	18.17	18.17	18.17
X5 通り 全壁	4325				2.38		7.13	11.09	15.05	19.01	19.01	19.01
小壁	11425	635	7.24	12	4.97		4.97	7.74	10.50	13.27	13.27	13.27
						X5 合計	12.10	18.83	25.55	32.28	32.28	32.28
X6 通り 全壁	2830				1.55		4.66	7.26	6.85	12.44	12.44	12.44
小壁	1020	635	7.24	П	0.41		0.41	0.64	0.88	1.11	1.11	1.11
						X6 合計	5.08	7.90	10.72	13.55	13.55	13.55

98.76

98.76

98.76

78.18

57.61

37.03

2.6 限界耐力計算結果

限界耐力計算の計算過程と結果を表 2-6~表 2-10 および図 2-6~図 2-9 に示す。計算結果より、現況では稀に発生する地震動(中地震)に対する応答変形角は、旧事務室の X 方向が 1/184rad、旧事務室の Y 方向が 1/195rad、旧ポンプ室の X 方向が 1/103rad、旧ポンプ室の Y 方向が 1/93rad となった。極めて稀に発生する地震動(大地震)に対する応答変形角は、旧事務室の X 方向が 1/23rad、旧事務室の Y 方向が 1/24rad、旧ポンプ室の X 方向が 1/20rad、旧ポンプ室の Y 方向が 1/20rad、旧ポンプ室の P 方向が 1/20rad、旧ポンプ室の P 方向が 1/20rad、旧ポンプ室の中地震時、旧事務室と旧ポンプ室の大地震時に必要耐震性能を満足していなかった。

表 2-6 応答変形角一覧[rad]

	ХŻ	デ向	Y力	デ向
	損傷限界	安全限界	損傷限界	安全限界
旧事務室	1/184	1/23	1/195	1/24
旧ポンプ室	1/103	1/20	1/93	1/17

表 2-7 X 方向計算過程(旧事務室)

		表 2-7 人	川計昇適程	(旧事務至)		
重量(kN)	354. 4	地域係数	0.9			
質量(t)	36	地盤種別	第2種			
階高(m)	3. 9	gv	2.025			
Gs の算出法	簡略計算	Tu	0.864			
準備計算、復元	上力特性の作	≡成		-		
R(rad)	1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
Mu(t)	36	36	36	36	36	36
Δ (m)	0.03	0.07	0. 10	0. 13	0. 20	0. 26
Q(kN)	95.8	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5
Ke(kN/m)	2942	1573	1049	786	524	393
Te(sec)	0.70	0. 95	1. 17	1. 35	1. 65	1. 91
ΔW	0.00	3. 11	6.44	9. 78	16.46	23. 13
W	1.56	3. 34	5. 01	6. 68	10.01	13. 35
h	0.05	0.12	0.15	0.17	0.18	0. 19
Fh	1.00	0.67	0. 59	0.56	0. 53	0.52
He(m)	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91
р	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
q	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
稀に発生する地	性震に対する	応答値				
$S_{0d}(m/s^2)$	1. 47	1. 07	0.88	0.76	0.62	0.54
Gs	1.633	2.025	2.025	2. 025	2. 025	2. 025
$S_{Ad}(m/s^2)$	1.73	1.05	0.76	0.62	0.48	0.41
$S_{Dd}/100 (m)$	2. 12	2.41	2. 62	2.87	3. 33	3. 75
Qn _d (kN)	62. 5	37. 9	27. 5	22. 5	17. 5	14.8
XR(rad)	0.005	0.006	0.007	0.007	0.009	0.010
1/XR	184	162	149	136	117	104
極めて稀に発生			値			
$S_{0s}(m/s^2)$	7. 35	5. 37	4. 39	3.80	3. 10	2. 69
Gs	1.633	2.025	2.025	2. 025	2. 025	2. 025
$S_{As}(m/s^2)$	8.64	5. 25	3.80	3. 12	2. 42	2.04

12.06

189.7

0.031

32

10.62

312.4

0.027

37

13. 11

137. 5

0.034

30

14. 33

112.7

0.037

27

16.67

87.4

0.043

23

18.77

73.8

0.048

21

 $S_{Ds}/100$ (m)

 $Qn_s(kN)$

XR(rad)

1/XR

表 2-8 Y 方向計算過程(旧事務室)

重量(kN)	354. 4	地域係数	0.9			
質量(t)	36	地盤種別	第2種			
階高(m)	3.9	gv	2.025			
Gs の算出法	簡略計算	Tu	0.864			
準備計算、復元	こ力特性の作	成				
R(rad)	1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
Mu(t)	36	36	36	36	36	36
Δ (m)	0.03	0.07	0.10	0.13	0. 20	0. 26
Q(kN)	101.6	108. 2	108. 2	108. 2	108. 2	108. 2
Ke(kN/m)	3118	1661	1107	831	554	415
Te(sec)	0.68	0. 93	1. 14	1. 31	1.61	1.85
ΔW	0.00	3. 29	6.82	10.35	17. 40	24. 45
W	1.65	3. 53	5. 29	7. 05	10. 58	14. 10
h	0.05	0.12	0.15	0.17	0.18	0.19
Fh	1.00	0.67	0.59	0.56	0.53	0.52
He(m)	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91	3. 91
р	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
q	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
稀に発生する地	也震に対する	応答値				
$S_{0d}(m/s^2)$	1. 51	1. 10	0.90	0.78	0.64	0.55
Gs	1.586	2.025	2.025	2.025	2.025	2.025
$S_{Ad}(m/s^2)$	1. 73	1.08	0.78	0.64	0.50	0.42
$S_{Dd}/100 (m)$	2.00	2.34	2. 55	2.79	3. 24	3.65
Qn _d (kN)	62. 5	38. 9	28. 2	23. 2	18.0	15. 2
XR(rad)	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008	0.009
1/XR	195	167	153	140	121	107
極めて稀に発生	こする地震に	対する応答	値			
$S_{0s}(m/s^2)$	7. 57	5. 52	4. 51	3. 91	3. 19	2. 76
Gs	1. 586	2. 025	2.025	2. 025	2. 025	2.025
$S_{As}(m/s^2)$	8.64	5. 38	3. 90	3. 20	2.48	2. 10
$S_{Ds}/100 (m)$	10.02	11.72	12. 75	13. 94	16. 21	18. 26
$Qn_s(kN)$	312. 4	194. 7	141. 2	115.8	89. 8	75.8
XR(rad)	0.026	0.030	0.033	0.036	0.041	0.047
1/XR	39	33	31	28	24	21

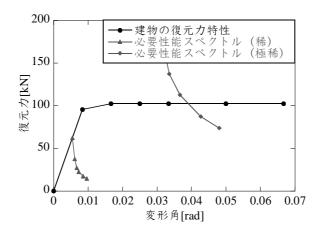


図 2-6 X 方向計算結果(旧事務室)

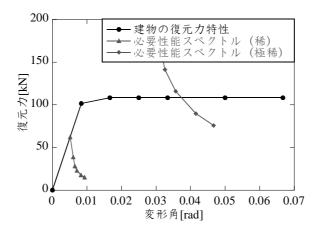


図 2-7 Y方向計算結果(旧事務室)

表 2-9 Χ方向計算過程(旧ポンプ室)

エロカ の		DL IA FOW		1		
重量(kN)	482.5	地域係数	0.9			
質量(t)	49	地盤種別	第2種			
階高(m)	4.6	gv	2. 025			
Gs の算出法	簡略計算	Tu	0.864			
	元力特性の作	作成				
R(rad)	1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
Mu(t)	49	49	49	49	49	49
Δ (m)	0.04	0.08	0.11	0. 15	0. 23	0.31
Q(kN)	45.0	69. 3	94.0	118.8	118.8	118.8
Ke(kN/m)	1174	905	818	775	517	388
Te(sec)	1. 29	1.47	1.54	1.58	1. 94	2. 24
ΔW	0.00	1. 22	3. 27	6. 18	15. 27	24. 37
W	0.86	2.65	5. 40	9. 10	13. 64	18. 19
h	0.05	0.09	0.10	0.10	0.14	0.16
Fh	1.00	0.80	0.76	0.74	0.63	0. 58
He(m)	4.60	4.60	4.60	4.60	4. 60	4.60
р	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
q	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
稀に発生するは	也震に対する	5応答値				
$S_{0d}(m/s^2)$	0.80	0.70	0.66	0.65	0. 53	0.46
Gs	2. 025	2.025	2.025	2. 025	2.025	2.025
$S_{Ad} (m/s^2)$	1. 16	0.82	0.73	0.69	0.48	0.39
$S_{\rm Dd}/100({\rm m})$	4.87	4.46	4.41	4. 40	4.60	4. 95
Qn _d (kN)	57. 1	40.3	36. 1	34. 1	23.8	19. 2
XR(rad)	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011
1/XR	94	103	104	104	100	93
極めて稀に発生	生する地震に	こ対する応答	値			
$S_{0s}(m/s^2)$	3. 98	3. 49	3. 32	3. 23	2.64	2. 29
Gs	2.025	2.025	2.025	2.025	2. 025	2.025
$S_{As}(m/s^2)$	5. 80	4. 10	3. 67	3.47	2. 42	1. 95
$S_{Ds}/100 (m)$	24. 33	22. 29	22.05	22. 01	23. 01	24. 75
Qn _s (kN)	285.6	201. 6	180. 5	170.7	118.9	96.0
XR(rad)	0.053	0.049	0.048	0.048	0.050	0.054
1/XR	19	21	21	21	20	19

表 2-10 Υ方向計算過程(旧ポンプ室)

Mu(t) 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49	~ = /		111 1 5 500 1/11		1		
階高(m) 4.6 gv 2.025 Gs の算出法 簡略計算 Tu 0.864 準備計算、復元力特性の作成 R(rad) 1/120 1/60 1/40 1/30 1/20 1/15 Mu(t) 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49							
Fract			地盤種別				
準備計算、復元力特性の作成 R(rad) 1/120 1/60 1/40 1/30 1/20 1/15 Mu(t) 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49							
R(rad) 1/120 1/60 1/40 1/30 1/20 1/15 Mu(t) 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49				0.864			
Mu(t) 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49					T		
		1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
Q(kN) 37.0 57.6 78.2 98.8 98.8 98.8	Mu(t)	49	49		49	49	49
Ke (kN/m) 967 752 681 645 430 322 Te (sec) 1.42 1.61 1.69 1.74 2.13 2.46	Δ (m)	0.04	0.08	0.11	0. 15	0. 23	0.31
Te(sec) 1.42 1.61 1.69 1.74 2.13 2.46	Q(kN)	37.0	57.6	78. 2	98.8	98.8	98.8
▲W 0.00 0.98 2.66 5.04 12.61 20.17 W 0.71 2.21 4.49 7.56 11.35 15.13 h 0.05 0.09 0.10 0.10 0.14 0.16 Fh 1.00 0.81 0.76 0.74 0.63 0.59 He (m) 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4	Ke(kN/m)	967	752	681	645	430	322
W 0.71 2.21 4.49 7.56 11.35 15.15 h 0.05 0.09 0.10 0.10 0.14 0.16 Fh 1.00 0.81 0.76 0.74 0.63 0.59 He (m) 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60	Te(sec)	1.42	1.61	1.69	1.74	2. 13	2.46
h 0.05 0.09 0.10 0.10 0.14 0.16 Fh 1.00 0.81 0.76 0.74 0.63 0.59 He (m) 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 p 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 q 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 稀に発生する地震に対する応答値 S _{0d} (m/s²) 0.72 0.64 0.61 0.59 0.48 0.42 Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 S _{Ad} (m/s²) 1.05 0.75 0.67 0.64 0.44 0.36 S _{Dd} /100 (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.46 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.8 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011	ΔW	0.00	0. 98	2.66	5. 04	12.61	20. 17
Fh 1.00 0.81 0.76 0.74 0.63 0.59 He (m) 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80 4.80	W	0.71	2. 21	4. 49	7. 56	11. 35	15. 13
He (m) 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60 4.60	h	0.05	0.09	0.10	0.10	0.14	0. 16
p 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 q 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 稀に発生する地震に対する応答値 S _{0d} (m/s²) 0.72 0.64 0.61 0.59 0.48 0.42 Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 <	Fh	1.00	0.81	0.76	0.74	0.63	0. 59
q 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 稀に発生する地震に対する応答値 S _{0d} (m/s²) 0.72 0.64 0.61 0.59 0.48 0.42 Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 S _{Ad} (m/s²) 1.05 0.75 0.67 0.64 0.44 0.36 S _{Dd} /100 (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.46 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	He(m)	4. 60	4. 60	4.60	4.60	4. 60	4.60
稀に発生する地震に対する応答値 S _{0d} (m/s²) 0.72 0.64 0.61 0.59 0.48 0.42 Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2	р	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
S_{0d} (m/s²) 0.72 0.64 0.61 0.59 0.48 0.42 Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 S_{Ad} (m/s²) 1.05 0.75 0.67 0.64 0.44 0.36 $S_{Dd}/100$ (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.44 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	q	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Gs 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 2.025 S _{Ad} (m/s²) 1.05 0.75 0.67 0.64 0.44 0.36 S _{Dd} /100 (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.46 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	稀に発生する地	煌震に対する	応答値				
S _{Ad} (m/s²) 1.05 0.75 0.67 0.64 0.44 0.36 S _{Dd} /100 (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.46 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	$S_{0d}(m/s^2)$	0.72	0.64	0.61	0.59	0.48	0.42
S _{Dd} /100 (m) 5.36 4.92 4.86 4.85 5.06 5.46 Qn _d (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	Gs	2.025	2. 025	2.025	2.025	2.025	2.025
Qnd (kN) 51.9 37.0 33.1 31.3 21.7 17.5 XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	$S_{Ad}(m/s^2)$	1.05	0.75	0.67	0.64	0.44	0.36
XR (rad) 0.012 0.011 0.011 0.011 0.011 0.012 1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	$S_{\rm Dd}/100({\rm m})$	5. 36	4. 92	4.86	4.85	5. 06	5. 44
1/XR 86 93 95 95 91 84 極めて稀に発生する地震に対する応答値	Qn _d (kN)	51. 9	37. 0	33. 1	31. 3	21.7	17. 5
極めて稀に発生する地震に対する応答値	XR(rad)	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012
	1/XR	86	93	95	95	91	84
$S_{0s} (m/s^2)$ 3. 61 3. 19 3. 03 2. 95 2. 41 2. 09	極めて稀に発生	する地震に	対する応答	値			
	$S_{0s}(m/s^2)$	3.61	3. 19	3.03	2. 95	2.41	2.09
Gs 2. 025 2. 025 2. 025 2. 025 2. 025 2. 025	Gs	2.025	2. 025	2.025	2.025	2.025	2.025
S_{As} (m/s ²) 5. 27 3. 76 3. 36 3. 18 2. 21 1. 78	$S_{As}(m/s^2)$	5. 27	3. 76	3. 36	3. 18	2. 21	1. 78
S _{Ds} /100 (m) 26. 81 24. 60 24. 31 24. 25 25. 30 27. 19	$S_{Ds}/100 (m)$	26. 81	24. 60	24. 31	24. 25	25. 30	27. 19
Qn _s (kN) 259. 3 185. 0 165. 5 156. 4 108. 7 87. 7	Qn _s (kN)	259. 3	185. 0	165. 5	156. 4	108. 7	87. 7
XR(rad) 0.058 0.054 0.053 0.053 0.055 0.059	XR(rad)	0.058	0.054	0.053	0.053	0.055	0.059
1/XR 17 19 19 19 18 17	1/XR	17	19	19	19	18	17

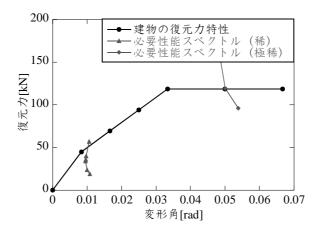


図 2-8 X 方向計算結果(旧ポンプ室)

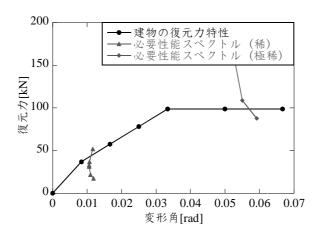


図 2-9 Y方向計算結果

※限界耐力計算では建物の重量と復元力特性を求め、以下の計算をステップごとに行う。

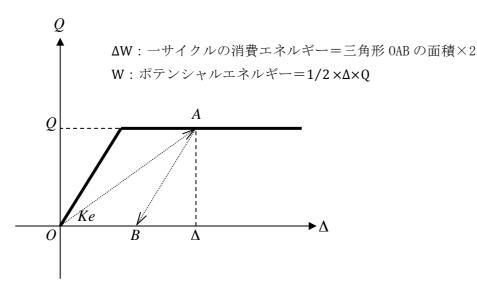
復元力Q、代表変位Δ、有効質量Muを用いて等価剛性Ke、等価周期Teを求める。

$$Ke = Q/\Delta$$

Te =
$$2\pi\sqrt{Mu/Ke}$$

ーサイクルの消費エネルギーΔW及びポテンシャルエネルギーWから減衰定数hを求める。

$$h = \Delta W / 4\pi W$$



減衰定数hから振動の減衰による加速度の低減率Fhを求める。

$$Fh = \frac{1.5}{1 + 10h}$$

建築物の階数及び等価周期に応じた調整係数pを求める。

$$p = \begin{cases} 1.00 - (0.20/0.16) \text{ Te} (\text{Te} \le 0.16) \\ 0.80 (\text{Te} > 0.16) \end{cases}$$

建築物の全質量に対する有効質量の比率 (有効質量比) に応じた調整係数qは、有効質量 比が 0.75 以上のためq = 1.0とする。

減衰定数 5%に対応する解放工学的基盤における加速度応答スペクトルSod, Sosを求める。

$$S_{0d} = \begin{cases} 0.64 + 6\text{Te}(\text{Te} < 0.16) \\ 1.6(0.16 \le \text{Te} < 0.64) \\ 1.024/\text{Te}(0.64 \le \text{Te}) \end{cases}$$

$$S_{0s} = \begin{cases} 3.2 + 30 \text{Te}(\text{Te} < 0.16) \\ 8(0.16 \le \text{Te} < 0.64) \\ 5.12/\text{Te}(0.64 \le \text{Te}) \end{cases}$$

表層地盤による加速度増幅率Gs(第2種地盤)を求める。

$$Gs = \begin{cases} 1.5(\text{Te} < 0.64) \\ 1.5(\text{Te}/0.64)(0.64 \le \text{Te} < Tu) \\ \text{gv}(\text{Tu} < Te) \end{cases}$$

$$Tu = 0.64(gv/1.5), gv = 2.025$$

入力地震動として用いる加速度応答スペクトルS_{Ad},S_{As}を求める。

$$S_{Ad} = S_{0d} \times Gs \times Fh \times p \times q \times Z$$

$$S_{As} = S_{0s} \times Gs \times Fh \times p \times q \times Z$$

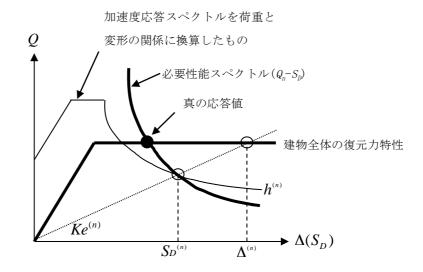
ここで地域係数**Z** = **0.9**とする。

質量Mu、等価周期Te、減衰定数hを用いて、応答せん断力Qnと応答変位Spを求める。

$$Qn = Mu \times S_A$$

$$S_D = (Te/2\pi)^2 S_A$$

上記の式を用いて加速度応答スペクトルを荷重と変形の関係で評価し、建物全体の復元力特性のグラフに重ねて書く。等価剛性Keの傾きを持った直線と当該減衰定数における加速度応答スペクトルを荷重と変形の関係に変換した曲線($M_US_A-S_D$)の交点が各ステップの応答値となる。この各応答値を結んだ必要性能スペクトルと呼び、この必要性能スペクトルと建物全体の復元力特性の交点が真の応答値となる。



2.7 風荷重に対する検討

各壁面と屋根面の風力係数と速度圧から各方向の風荷重を求め、2.5 節で求めた建物の復元力特性と比較することで風荷重に対する安全性の検討を行った。極めて稀に発生する暴風時の風荷重は、暴風時の風荷重の 1.6 倍である。暴風時に対しては損傷限界耐力として 1/120rad 時の復元力を用い、極めて稀に発生する暴風時に対しては保有水平耐力として 1/30rad 時の復元力を用いた。表 2-12、表 2-13、表 2-15、表 2-16 に示すように、旧事務室の極めて稀に発生する暴風時の Y 方向、旧ポンプ室の各場合において風荷重が建物の耐力より大きい結果となった。

地表面粗度区分	Ш
基準高さ H[m]	5.45
$Z_b[m]$	5
$Z_{G}[m]$	450
α	0.2
\boldsymbol{E}_r	0.706
ガスト影響係数 G_f	2.5
基準風速 $V_0[m/s]$	34
速度圧 <i>q</i> [N / m²]	863

表 2-11 風荷重の算定(旧事務室)

単位風圧力[N/m²]=速度圧 q×風力係数 C_f

$$q = 0.6EV_0^2$$

$$E = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = 1.7 \left(\frac{H}{Z_G}\right)^{\alpha} (H > Z_b)$$

$$Cf = Cpe - Cpi$$

壁面の単位風圧力

風上壁面: Cpe = 0.8, Cpi = 0

風下壁面: Cpe = -0.4, Cpi = 0

風力係数: Cf = 1.2

単位風圧力:863×1.2=1036N/m²

屋根面の単位風圧力(屋根勾配 $\theta = 21.8^{\circ}$)

風上面 (正): Cpe = 0.12, Cpi = 0.2, Cf = 0.32

単位風圧力=863×0.32=274N/m²

風下面 (負): Cpe = -0.5, Cpi = 0, Cf = -0.5

単位風圧力=863×(-0.5)=-432N/m²

Y方向風圧力

壁面:1036N/m²×45.52m² (壁見付面積) =47.1kN

屋根面: (274+432) N/m²×21.24m² (屋根見付面積) =15.0kN

W=47.1+15.0=62.1kN 1.6 $W=1.6\times62.1=99.4kN$

X方向風圧力

壁面: $1036N/m^2 \times 51.46m^2$ (壁見付面積) = 53.3kN

屋根面: (274+432) N/m²×24.01m² (屋根見付面積) = 17.0kN

W = 53.3 + 17.0 = 70.3 kN 1.6 $W = 1.6 \times 70.3 = 112.4 \text{kN}$

表 2-12 暴風時(旧事務室)

方向	風圧力 W[kN]	損傷限界耐力[kN]
Y方向	62.1	101.6
X 方向	70.3	95.8

表 2-13 極めて稀に発生する暴風時(旧事務室)

方向	風圧力 1.6W[kN]	保有水平耐力[kN]
Y方向	99.4	108.2
X 方向	112.4	102.5

表 2-14 風荷重の算定(旧ポンプ室)

地表面粗度区分	Ш
基準高さH[m]	5.6
$Z_b[m]$	5
$Z_{G}[m]$	450
α	0.2
E_r	0.706
ガスト影響係数 G_f	2.5
基準風速 $V_0[m/s]$	34
速度圧 q[N/㎡]	864

単位風圧力[N/m²]=速度圧 q×風力係数 C_f

$$q = 0.6EV_0^2$$

$$E = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = 1.7 \left(\frac{H}{Z_G}\right)^{\alpha} (H > Z_b)$$

$$Cf = Cpe - Cpi$$

壁面の単位風圧力

風上壁面: Cpe = 0.8, Cpi = 0

風下壁面: Cpe = -0.4, Cpi = 0

風力係数: Cf = 1.2

単位風圧力:864×1.2=1037N/m²

屋根面の単位風圧力(屋根勾配 $\theta = 26.6^{\circ}$)

風上面 (正): Cpe = 0.12, Cpi = 0.2, Cf = 0.32

単位風圧力=864×0.32=275N/m²

風下面 (負): Cpe = -0.5, Cpi = 0, Cf = -0.5

単位風圧力=864×(-0.5)=-432N/m²

Y方向風圧力

壁面:1037N/m²×85.65m² (壁見付面積) =88.8kN

屋根面: (275 + 432) N/m²×24. 30m² (屋根見付面積) = 17. 2kN

W = 88.8 + 17.2 = 106.0 kN 1.6 $W = 1.6 \times 106.0 = 169.6 \text{kN}$

X 方向風圧力

壁面:1037N/m²×64.58m² (壁見付面積) =67.0kN

屋根面: (275 + 432) N/m²×35. 65m² (屋根見付面積) = 25. 2kN

W=67.0+25.2=92.2kN 1.6 $W=1.6\times92.2=147.4kN$

表 2-15 暴風時 (旧ポンプ室)

方向	風圧力 W[kN]	損傷限界耐力[kN]
Y方向	106.0	37.0
X 方向	92.2	45.0

表 2-16 極めて稀に発生する暴風時(旧ポンプ室)

方向	風圧力 1.6W[kN]	保有水平耐力[kN]
Y方向	169.6	98.8
X 方向	147.4	118.8

2.8 水平剛性に対する検討

水平剛性の検討にあたって、地震荷重は表 2-17、風荷重は 2.7 節で求めた値を用いた。また、各通りの 1/120rad 時の等価剛性から求めた偏心率を表 2-18 に示す。偏心率は旧ポンプ室の Y 方向で 0.19 となった以外は 0.15 以下であった。水平剛性の検討結果を表 2-18 と表 2-19 に示す。屋根仕様は勾配の角度 30 度以下、厚さ 9mm~15mm、幅 180mm 以上の板材、床倍率 0.39 倍を想定する。各建物とも水平構面の負担せん断力は許容せん断耐力を超えている結果となった。

$$Q_{i} = C_{i} \times \sum_{1}^{n} W_{i}$$

$$C_{i} = Z \times R_{t} \times A_{i} \times C_{0}$$

地域係数:Z=0.9,振動特性係数: $R_{\!_{\! t}}=1.0$,標準せん断力係数: $C_{\!_{\! 0}}=0.2$

一次固有周期(旧事務室): $T = 0.03 \times 6.33[m] = 0.19[s]$

一次固有周期 (旧ポンプ室): $T = 0.03 \times 6.46[m] = 0.19[s]$

表 2-17 地震荷重算定結果

建物	$\sum W[kN]$	$\alpha_{_{i}}$	Ą	C_{i}	$Q_{i}[kN]$
旧事務室	354.4	1.00	1.00	0.18	63.8
旧ポンプ室	482.5	1.00	1.00	0.18	86.8

表 2-18 偏心率算定結果

旧事	務室	旧ポン	/プ室
X 方向	Y方向	X 方向	Y方向
0.00	0.09	0.09	0.19

表 2-19 水平剛性の検討結果(旧事務室)

通り	P_{j}	$w_{Ej,\ j+1}$ • $1_{j,\ j+1}$	$w_{Wj, j+1} \cdot 1_{j, j+1}$	1	負担せん	断力[kN]		許容せん断耐力
	[kN]	[kN]	[kN]	$Q_{Ej,\ j+1}$	$Q_{Ej+1, j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1,\ j}$	[kN]
Y1	36.4							
		29. 3	19. 5	36. 4	7. 1	36. 4	16. 9	8.6
Y2	12. 2							
		5.8	3. 7	19.3	13.4	29. 1	25.4	10. 2
Ү3	21.3							
		28. 7	47. 1	34.8	6. 1	46. 7	-0.4	3.8
Y4	25. 9							
	20.0							
通り	P_j	$W_{Ej, j+1} \cdot 1_{j, j+1}$	$w_{Wj, j+1} \cdot 1_{j, j+1}$	1	負担せん	断力[kN]		許容せん断耐力
			<i>W_{Wj, j+1}</i> • 1 _{<i>j, j+1</i>} [kN]			1		許容せん断耐力 [kN]
	P_{j}	$1_{j, j+1}$		$Q_{Ej,\ j+1}$	負担せん $Q_{Ej+1,j}$	断力[kN]	$Q_{Wj+1,\ j}$	
通り	P_j [kN]	$1_{j, j+1}$				1		
通り	P_j [kN]	1 _{,j, j+1} [kN]	[kN]	$Q_{E,j,\ j+1}$	$Q_{Ej+1,\ j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1,\ j}$	[kN]
通り X1	P _j [kN] 30. 9	1 _{,j, j+1} [kN]	[kN]	$Q_{E,j,\ j+1}$	$Q_{Ej+1,\ j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1,\ j}$	[kN]
通り X1	P _j [kN] 30. 9	1 _{j, j+1} [kN] 24. 0	[kN] 39. 0	$Q_{Ej, j+1}$ 30. 9	<i>Q</i> _{Ej+1, j} 7. 0	$Q_{Wj, j+1}$ 30. 9	<i>Q_{Wj+1, j}</i> −8. 0	[kN] 3.8
通り X1 X2	P _j [kN] 30.9	1 _{j, j+1} [kN] 24. 0	[kN] 39. 0	$Q_{Ej, j+1}$ 30. 9	<i>Q</i> _{Ej+1, j} 7. 0	$Q_{Wj, j+1}$ 30. 9	<i>Q_{Wj+1, j}</i> −8. 0	[kN] 3.8

表 2-20 水平剛性の検討結果(旧ポンプ室)

通り	P_{j}	$w_{Ej,\ j+1}$ • $1_{j,\ j+1}$	$w_{Wj,\ j+1}$ • $1_{j,\ j+1}$,	負担せん	断力[kN]		許容せん断耐力
	[kN]	[kN]	[kN]	$Q_{Ej,\ j+1}$	$Q_{Ej+1, j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1, j}$	[kN]
Y1	4.6							
		18. 9	39. 0	4.6	-14. 3	4.6	-34. 4	5. 0
Y2	10.2							
		26. 2	17. 9	-4. 1	-30.3	-24. 2	-42.1	15. 1
У 3	4. 1							
		25. 3	14.8	-26.2	-51.5	-38.0	-52.8	17. 6
Y4	8.3							
		3. 2	3. 3	-43.2	-46.4	-44. 4	-47.7	10.0
Y5	4. 1							
		12.5	17. 2	-42.3	-54.8	-43.6	-60.8	7. 5
Y6	13.6							
10	10.0							
通り	P_j	$w_{Ej, j+1} \bullet 1_{j, j+1}$	$w_{Wj, j+1} \cdot 1_{j, j+1}$,	負担せん	M力[kN]		許容せん断耐力
		$w_{Ej, j+1} \cdot 1_{j, j+1}$ $[kN]$	<i>w_{Wj, j+1}</i> • 1 _{<i>j, j+1</i>} [kN]					許容せん断耐力 [kN]
	P_{j}	$1_{j, j+1}$		$Q_{Ej,\ j+1}$	負担せん $Q_{Ej+1,j}$	断力[kN]	$Q_{Wj+1,\;j}$	
通り	P_j [kN]	$1_{j, j+1}$						
通り	P_j [kN]	1 _{,j,j+1} [kN]	[kN]	$Q_{Ej,\ j+1}$	$Q_{Ej+1,\ j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1,\ j}$	[kN]
通り X1	P _j [kN] 5. 9	1 _{,j,j+1} [kN]	[kN]	$Q_{Ej,\ j+1}$	$Q_{Ej+1,\ j}$	$Q_{Wj,\ j+1}$	$Q_{Wj+1,\ j}$	[kN]
通り X1	P _j [kN] 5. 9	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1	[kN] 45.7	<i>Q</i> _{Ej, j+1} 5. 9	<i>Q</i> _{Ej+1, j} -18. 2	$Q_{Wj,\ j+1}$ $5.\ 9$	$Q_{Wj+1, j}$ -39. 9	[kN] 5. 3
通り X1 X2	P _j [kN] 5. 9 1. 8	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1	[kN] 45.7	<i>Q</i> _{Ej, j+1} 5. 9	<i>Q</i> _{Ej+1, j} -18. 2	$Q_{Wj,\ j+1}$ $5.\ 9$	<i>Q</i> _{₩j+1, j} -39. 9 -45. 9	[kN] 5. 3
通り X1 X2	P _j [kN] 5. 9 1. 8	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1	[kN] 45. 7 7. 8	$Q_{E,j, j+1}$ 5. 9 -16. 4	<i>Q_{Ej+1, j}</i> -18. 2 -23. 1	<i>Q</i> _{₩j, j+1} 5. 9 -38. 1	<i>Q</i> _{₩j+1, j} -39. 9 -45. 9	[kN] 5. 3 8. 6
通り X1 X2 X3	P _j [kN] 5. 9 1. 8 5. 4	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1	[kN] 45. 7 7. 8	$Q_{E,j, j+1}$ 5. 9 -16. 4	<i>Q_{Ej+1, j}</i> -18. 2 -23. 1	<i>Q</i> _{₩j, j+1} 5. 9 -38. 1	<i>Q</i> _{₩j+1, j} -39. 9 -45. 9	[kN] 5. 3 8. 6
通り X1 X2 X3	P _j [kN] 5. 9 1. 8 5. 4	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1 6. 7	[kN] 45. 7 7. 8	$Q_{Ej, j+1}$ 5. 9 $-16. 4$ $-17. 7$	$Q_{Ej+1, j}$ -18.2 -23.1 -24.0	Q _{Wj, j+1} 5. 9 -38. 1 -40. 5	-39. 9 -45. 9	[kN] 5. 3 8. 6 8. 6
通り X1 X2 X3 X4	P _j [kN] 5. 9 1. 8 5. 4 6. 8	1 _{j, j+1} [kN] 24. 1 6. 7	[kN] 45. 7 7. 8	$Q_{Ej, j+1}$ 5. 9 $-16. 4$ $-17. 7$	$Q_{Ej+1, j}$ -18.2 -23.1 -24.0	Q _{Wj, j+1} 5. 9 -38. 1 -40. 5	-39. 9 -45. 9	[kN] 5. 3 8. 6 8. 6

2.9 常時微動計測結果

旧事務室と旧ポンプ室の基本的な振動特性を把握するため、多点同時常時微動計測を行った。計測には図 2-10 と図 2-11 に示す携帯型高感度振動計 (SPC51)、スイッチボックス (JP-616C-5)、センサーとしてサーボ型速度計 (VSE-15D) 6 台を用いた。パソコンに接続された SPC51 に 6 台の VSE-15D をそれぞれ接続した。センサーの設置位置を変えて各建物につき 2 パターンの計測を行った。計測時間は各ケース 200 秒を 5 回、サンプリング間隔は 100Hz とした。計測した計測記録を 40.96 秒間ずつ分割し、交通振動などのノイズが少ない部分を選択しアンサンブル平均を行うとともに、平滑化処理 (Hanning Window:50)を施した。得られた記録をフーリエ変換し、地盤面に対する建物内の各計測点のフーリエスペクトル比から建物の固有振動数や振動モードを推定した。

各計測ケースにおける計測機器の設置位置を図 2-12~図 2-17 に示す。Case1 は ch1 を地盤面、ch2~ch5 を旧事務室の小屋裏、ch6 を増築部の小屋裏にそれぞれ設置し、EW 方向の計測を行った。Case2 は ch1 を地盤面、ch2~ch5 を旧事務室の小屋裏、ch6 を増築部の小屋裏にそれぞれ設置し、NS 方向の計測を行った。Case3 は ch1 を地盤面、ch2~ch5 を旧ポンプ室の小屋裏にそれぞれ設置し、EW 方向の計測を行った。Case4 は ch1 を地盤面、ch2~ch6 を旧ポンプ室の小屋裏に集中的にそれぞれ設置し、EW 方向の計測を行った。Case5 は ch1 を地盤面、ch2~ch5 を旧ポンプ室の小屋裏にそれぞれ設置し、NS 方向の計測を行った。Case6 は ch1 を地盤面、ch2~ch6 を旧ポンプ室の小屋裏に集中的にそれぞれ設置し、NS 方向の計測を行った。Case6 は ch1 を地盤面、ch2~ch6 を旧ポンプ室の小屋裏に集中的にそれぞれ設置し、NS 方向の計測を行った。

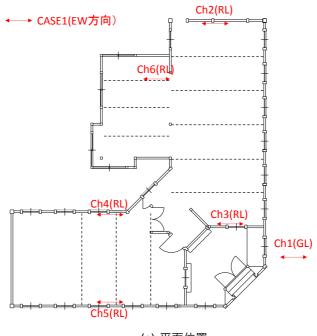
Case1 から Case6 の計測結果を図 2-18 に示す。Case1 より旧事務室 EW 方向は建物の南側構面の振幅が大きく、1 次固有振動数は 4.28Hz と推定される。Case2 より旧事務室 NS 方向は各構面で振幅の差は小さく、1 次固有振動数は 4.72Hz と推定される。Case3 より旧ポンプ室 EW 方向は建物の北側構面の振幅が小さく、1 次固有振動数は 3.72Hz と推定される。Case5 より旧ポンプ室 NS 方向は建物の西側構面の振幅が大きく、1 次固有振動数は 3.50Hz と推定される。



図 2-10 携帯型高感度振動計



図 2-11 サーボ型速度計



(a) 平面位置

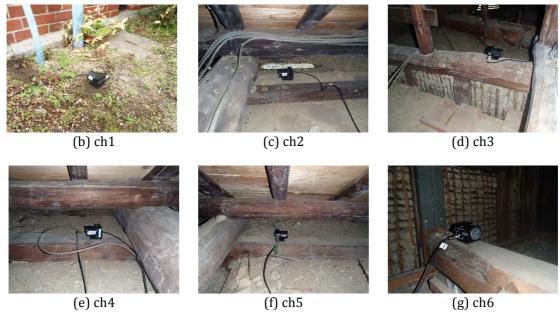
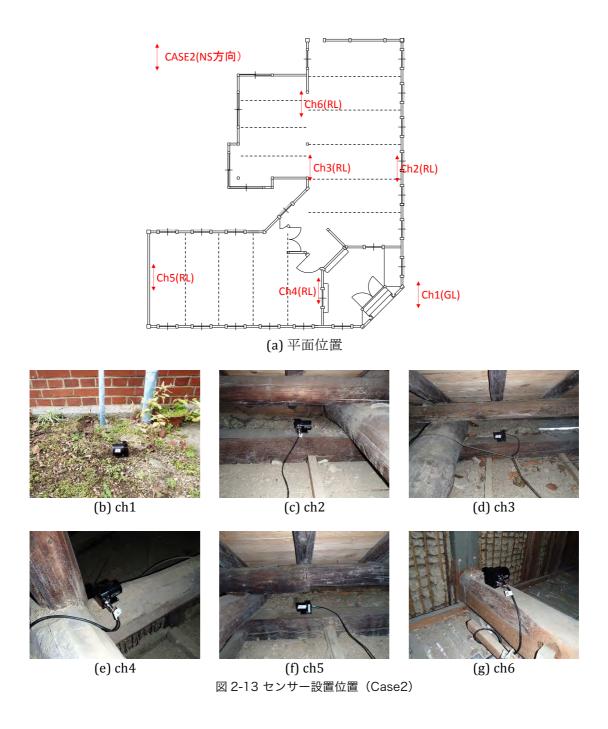
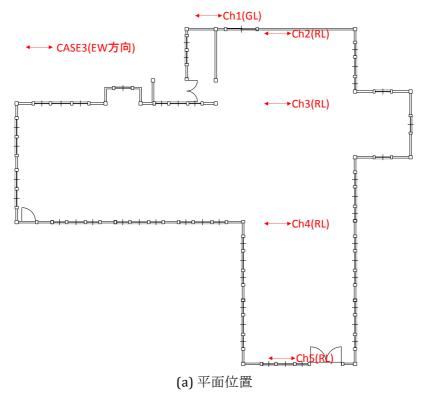
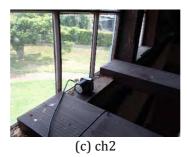


図 2-12 センサー設置位置(Case 1)











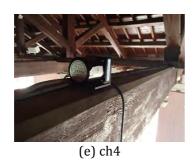




図 2-14 センサー設置位置 (Case3)

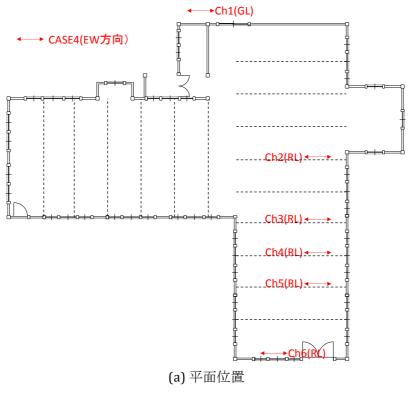
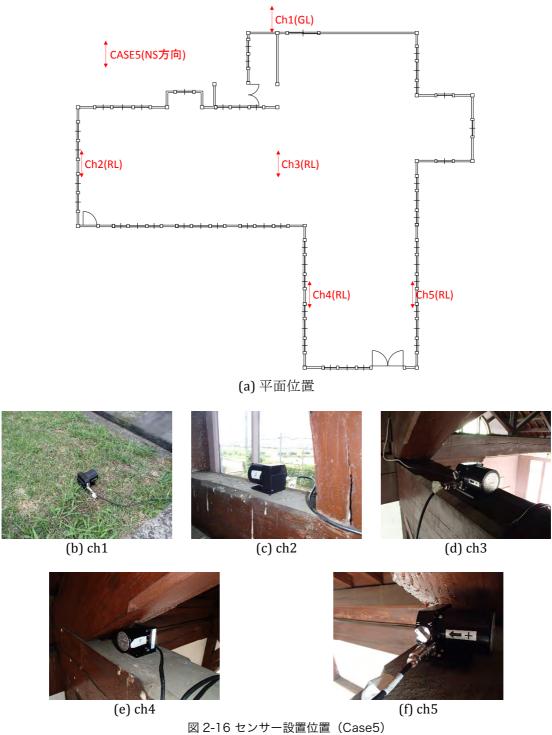
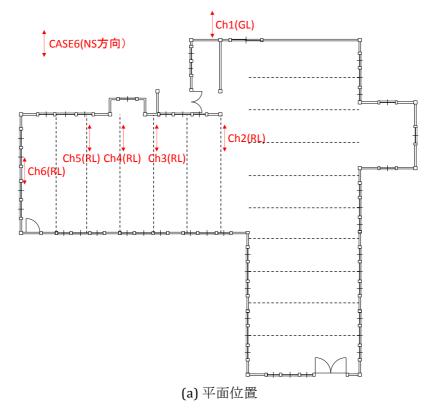


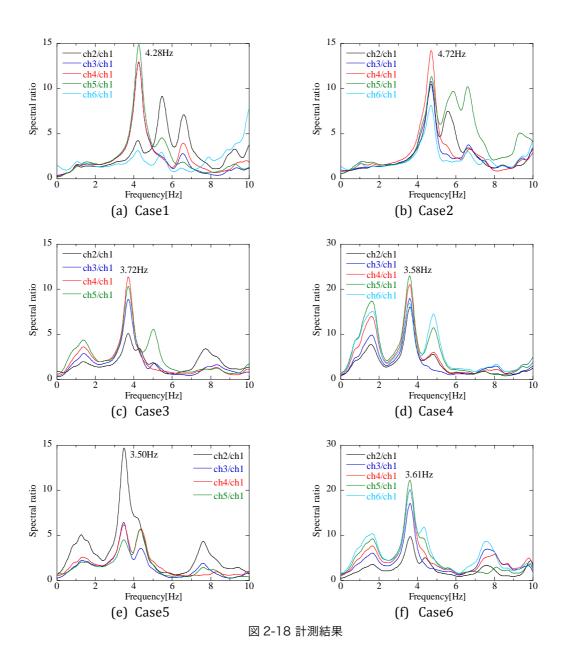


図 2-15 センサー設置位置(Case4)









2.10 まとめ

各建物の構造診断の結果、旧事務室に比べて旧ポンプ室は建物の耐力が低く、構造補強が特に必要である。また、旧事務室と旧ポンプ室の耐震壁は概ねバランスよく配置されているが、屋根構面の水平剛性が不足しており、何らかの対策が必要である。ただし、今回実施した構造診断は様々な仮定の下で実施しており、今後の詳細調査よって結果が変わる可能性が十分に考えられる。

旧事務室では一部で漆喰や土塗壁の剥落、旧ポンプ室では図 2-19 に示すような土台の腐朽や煉瓦目地の劣化が見られた。構造診断は部材が健全であることを前提条件にしているため、適切な修理が必要である。特に土台は構造的に重要な部材であるため、建物の安全性確保のためにも早急な対策が必要である。また、図 2-20 に示すように旧ポンプ室は階高が大きいうえに間仕切り壁も存在せず、一部の構面では柱位置と小屋組のトラス位置が一致していない。壁面内部の詳細は不明であるが、面外方向の揺れに対する抵抗力が小さいと考えられ、建物の面内方向とともに面外方向の構造補強も施す必要がある。



図 2-19 旧ポンプ室の腐朽箇所



図 2-20 旧ポンプ室内部

3 活用方法の研究

3.1 他の登録有形文化財の活用方法

国の指定・登録を受けた文化財のうち水道に関連する建築物で、現在建物を他の用途に利用しているものを調べた結果、14 の自治体で19 の事例があった(表 3-1)。複数棟を活用していたのは、高松市水道資料館の2棟(表 3-1 の no.14、15)と、桐生市の5棟(表 3-1 の no.3~7)であった。これら19 の建物はいずれも登録文化財で、「鏡岩水源地旧ポンプ室」以外は、活用が始まった後に登録されている。建築物の積極的な保存活用を目指した1996(平成8)年の登録文化財制度が制定される以前の1970年代から活用が始まっており、新しい水道施設の完成等により役割を終える建物が出始めたことや、歴史的建造物の記念碑的な保存活用が盛んになっていた時代の風潮が契機になったことが分かった。建築年代別に見ると、明治期…1、大正期…7、昭和期…10であった。

これらの新たな用途は、ほとんどが水道関係の資料館、記念館であることも分かった。 ただ、その中「桐生市立西公民館機械室(旧水道倉庫)」、「桐生市立西公民館本館(旧水 道事務所)」は桐生市の公民館施設として活用されていた事から、関係者への確認を行っ た。その結果、3 階建ての旧水道事務所は、過去に何度も別の用途に利用されてきた経緯 が明らかになった。1932(昭和 7)年当初、この水道事務所・倉庫は、市役所に隣接する 建物として鉄筋コンクリート 2 階建てで建てられたが、昭和の初めに水道事務所に 3 階が 増築され、そこが議場として使われるようになった。そして、1965(昭和 40)年に市役所と 水道事務所が移転するにあたり、建物は桐生市中央公民館、教育研究所として使われるよ うになった。そして最後、1970(昭和 45)年から現在に至るまで、西公民館・同機械室とし て使用されるに至った。現在は、もとの水道事務所の建物の 1 階が図書室、実習室、事務 室、2 階は市民が利用できる講堂、会議室として使用されており、3 階の議場だけが開放 されていない。市の文化財担当者によると、既存の建物を活かすという方針で活用が続け られてきたとのことで、文化財の保存活用という意図ではなかったとのことである。その ため、この建物の文化的価値が見出されたのはその後で、全国の近代化遺産の調査を行っ ていた清水駿一(元国立科学博物館参事)の提案により 1997 (平成 9) 年に登録文化財への 登録申請を行ったと分かった。

公開方法は、料金は神戸市水の科学博物館(旧奥平野浄水場)を除けばすべて無料であったが、「見学に申し込みが必要、または非公開」としている建物が 7 件あった。理由として、活用そのものが一般公開を目的としたものではなかったという事例もあったが、特に、現役の濾過池等が敷地内にあるため安全性の観点から申し込み制にするしかないという水道施設特有の事情が聞かれた。また、桐生市の場合は、浄水場に 3 つの登録文化財(事務所 [no. 5]、急速濾過場 [no. 6]、配水事務所 [no. 7])を有するため、1 棟のみ(配水事務所 [no. 7])を一般公開し、他の 2 棟は通常非公開として年に 1 度だけ公開としていた。この配水事務所 [no. 7] は、資料館としての展示の他、一部の部屋を会議や研修等にも使えるようになっており、洋風建築の文化的空間を求め利用者も多くあるとのことだった。

表 3-1 全国の文化財水道施設の活用事例(写真は文化財データベースより引用)

no	国登録有 形文化財 登録名称	外観写真	用途	建築年代	建築年	建築形式	建築 面積 (㎡)	都道府県名	開館時間	休館日	見学料金	見学前しみ	での活	国登録 有形文 化財登 録年	活用の背景	備考
1	米内浄水 場水道記 念館		資料館	昭和前	1934	木造平屋建	157	手	9:30-16:30 、ただし事前に水道局に申し込み必要	-	無料	要	1984	1999	盛岡市水 道事業創 設50周年 を記念	東日本大震災の影響により休館中。
2	宇都宮市 水道資料 館(旧管 理事務所)		資料館	大正	1914	木造2階建	88	栃木県	9:00-16:00	土日	無料	要	1989	2006		
3	桐生市立 西公民館 機械室(旧水道倉 庫)		公民館 の機械 室	昭和前	1932	鉄筋コン クリート 造2階建	60	群馬県	非公開	7		-	1970	1997	市役所・ 水道事務 所の移転 に伴う転 用	
4	桐生市立 西公民館 本館(旧 水道事務 所)		公民館	昭和前	1932	鉄筋コン クリート 造3階建	232	群馬県	8 : 30-17 : 15	± B	無料	不要	1970	1997	市役所・ 水道事務 所の移転 に伴う転 用	
5	水道資料 館(元宿 浄水場旧 事務所)	RITE I	資料館	昭和前	1932	鉄筋コン クリート 造平屋建	122	群馬県	通常は非公開 、毎年6月の第 1日曜に施設開 放	-	無料	要	-	1997		
6	元宿浄水場急速濾過場		資料館	昭和前	1932	鉄筋コン クリート 造平屋建	190	馬	通常は非公開 、毎年6月の第 1日曜に施設開 放	-	無料	要	-	1997		
7	水道山記 念館(旧 配水事務 所)		記念館 (会議 や研修 等も可能)	昭和前	1932	木造平屋建	157	群馬県	9:00-17:00	月火	無料	不要	1986	1997		
8	前橋市水 道資料館 (旧浄水 構場事務 所)	- Pulle	資料館	昭和前	1929	鉄筋コン クリート 造2階建	183	群馬県	10 : 00-16 : 00	火水	無料	不要	1989	1996	給水開始6 0周年を記 念	
9	福井市水 道記念館 (旧足羽 揚水ポン ブ場)		資料館	大正	1924	鉄筋コン クリート 造2階建	240	福井県	9 : 00-16 : 30	月	無料	不要	2004	2011	市民の保存要望を受け	
10	鏡岩水源 地旧ポン ブ室		資料館	昭和前	1930	鉄骨造及 び鉄筋コ ンクリー ト造平屋 建	186	岐阜県	9:30-16:00	火	無料	不要	2002	2001	市民に水道へと理解をもらう	
11	水道記念 館(旧柴 島浄水場 送水ポン ブ場)		資料館	大正	1914	煉瓦造	1758	大阪府	9 : 30-16 : 30	水	無料	不要	1995	1999		平成24年4 月1日から 一時休館 中
12	神戸市水 の科学博 物館(旧 奥平野浄 水場)	jerfjær	博物館	大正	1917	煉瓦造平 屋建	558	兵庫県	9:30-16:30	木	大人2 00円 小人1 00円	不要	1990	1998	日本建築学会からの保存要請を受け	
13	旧米子市水源地旧ポンプ室	1000	記念館	昭和前	1930	鉄骨造及 び鉄筋コ ンクリー ト造平屋 建	186	鳥取県	9 : 00-16 : 00	土日	無料	要	1987	2001	米子市制6 0周年記念 事業	

3.2 高松市水道資料館の活用構想

高松市水道資料館の 3 棟の建物は、外観は大正期らしい豊かな装飾性で洋風建築を模して受容すると共に、旧ポンプ室の小屋組などには新しい耐震技術や製材技術の成果を見せるなど、先進的な技術が発揮されていることを明らかにした。その一方、基礎に関しては構造的な配慮がまだなされておらず、外観上の西洋化が近代化の象徴として先行されていたこと、随所に近世の木造技術と洋式技術とを組み合わせながら造る、過渡期特有の構法が見られることについて明らかにした。このように、3 棟は建物の機能、意匠、構造、技術がそれぞれ異なっており、3 棟が共存することで伝統文化や技術史としての深みが増している。活用にあたっては3棟共に存続、活用されることが望まれる。

前述のような近代化遺産の調査が全国的に始まった背景には、これまで遺構として冷凍保存的に建物を保存しようとする文化財の発想から、地域の文化を語る「資産」として保存を図りながらも活用するという方向性へと転換し始めたことが挙げられる。調査はそのための準備であった。前項で示したように、文化財となった全国の水道施設の活用方法は、いずれも資料館や記念館であり、市民が繰り返し訪れるような新たな工夫が求められていると言える。高松市水道資料館も、希少性が高まっている高松市域の近代建築として、その文化的空間を市民がより享受できる方策が必要と言える。全国的にみても、群馬県の配水事務所(現水道山記念館)で部屋を会議室・研修室として貸し出している他は、水道施設ではまだ積極的には試みられていないことであり、新たな活用方法を高松市水道資料館で提案する意義、影響力は大きいと考える。

具体的には、近代化遺産として当初のポンプなどの設備や洋風建築の特徴を保持しながら、より市民に開かれる方法を考えることが望まれる。水道施設の活用で問題となる浄水場との動線分離も水道資料館の整備の際に完了しており(写真 3-1)、例えば当初のポンプが残る旧ポンプ室のみは資料館として存続させた上で、試みに旧事務室や旧倉庫について、市民の憩いの場となる提案を行う事業主に店舗や事務所、ギャラリーとして開放し、段階的に旧ポンプ室の活用を図っていくことができれば、地域社会に更なる文化的経済的貢献をもたらすと考える。



写真 3-1 御殿浄水場および御殿貯水池 (高松市水道局,1990)

引用文献リスト

	株式会社文化財保存計画協会	:	高松市水道資料館破損劣化および構造診断報告書	,	高松市上下水道局	,	2012
	高松市水道局水道史編集室		高松市水道史	,	高松市水道局	,	1990
	源愛日児	:	木造軸組構法の近代化	,	中央公論美術出版	,	2009
	長尾 充	:	太政官公文録中の建築仕様書からみた明治初期の建築技術	,	私家版	,	1992
	松村貞次郎	:	日本近代建築技術史	,	彰国社	,	1976
	コンドル・ゼー・瀧大吉・市東謙吉	:	「各種建物ニ關シ近來ノ地震ノ結果」『建築雑誌』,6(65),132-137	,	一般社団法人日本建築学会	,	1892
	長崎市	:	重要文化財旧グラバー住宅修理工事報告書	,	長崎市	,	1968
	文化財建造物保存技術協会	:	重要文化財旧富山県立農学校本館(富山県立福野高等学校巌浄閣)保存修理工事報告書	,	富山県教育委員会	,	2005
	菊池大麓識	:	「木造耐震家屋構造要領」『震災予防調査会報告』,6	,	震災豫防調査會	,	1895
	文部省震災豫防調査會	:	「小學校改良木造仕樣」『建築雑誌』,9(101),101-103	,	一般社団法人日本建築学会	,	1895
	文部省震災豫防調査會	:	「町屋一棟改良構造仕様」『建築雑誌』,9(100),82-85	,	一般社団法人日本建築学会	,	1895
•	文部省震災豫防調査會	:	「農家改良木造仕樣」『建築雑誌』,9(102),143-146	,	一般社団法人日本建築学会		1895
•	山田幸一	:	壁	,	法政大学出版局		1981
•	甲良宗員	:	御作事方仕口之図				1729
	文化財建造物保存技術協会	:	史跡旧見付学校附磐田文庫修理工事報告書	,	磐田市	,	1993
•	日本建築学会	:	日本近代建築総覧	,	技報堂出版	,	1980
•	木村勉	:	近代建築解体新書 : 修復の計画と技術	,	建築修復学会	,	1994
•	土木学会土木史研究委員会	:	日本の近代土木遺産 : 現存する重要な土木構造物 2000 選	,	土木学会	,	2001
•	香川県教育委員会	:	香川県の近代化遺産 : 香川県近代化遺産(建造物等)総合調査報告書	,	香川県教育委員会	,	2005
•	上野時生	:	香川の明治建築 : 大正・昭和の原風景 写真集	,	香川県建築設計監理協会	,	1986