

北海道指定有形文化財 旧金森洋物店

—煉瓦壁構造補強工事—

朴 永周*1・木下 寿之*2

1. はじめに

北海道指定有形文化財旧金森洋物店は、函館山の麓に広がる元町公園下の末広町電車通り沿いに位置している。

元町・末広町一帯は、函館開港当時から外国人が多く居留していた地域で、関連する建物が数多く残っており、国指定重要文化財である旧函館区公会堂、ハリストス正教会をはじめ、旧イギリス領事館やカトリック元町教会等の建造物が点在している。また、函館港周辺には煉瓦造の倉庫群が建ち並ぶなど、この一帯は歴史的景観を形成している地域となっており、平成元年4月には、元町・末広町の約14.5haが港町として、国の重要伝統的建造物群保存地区に指定された。

旧金森洋物店は、明治13年(1880)に建造された煉瓦造2階建ての建物である。この建物は土蔵造りの建築技術と地元の茂辺地煉瓦を使用した洋風建築技術との折衷建築で、北海道における煉瓦洋風建築史上、および函館の防火史、開拓史の家屋改良施策の建物として代表的なものであり、昭和38年(1963)7月北海道指定有形文化財となった。

本建物の建設後、函館は数度大きな地震に見舞われ、煉瓦壁、屋根瓦等の破損が確認されているが、大損傷は受けておらず現在に至っている。しかしながら、平成4年(1992)に行われた建物の耐力度調査により強度的に問題があることが判明した。

そこで函館市ではこの建物の構造補強を行い、できるだけ当時の姿に復元して活用する方針を打ち出し、平成10年11月から11年3月末までを調査・解体・格納工事、平成10年12月から11年4月までを煉瓦壁構造補強工事、平成11年3月から12年3月までを復元工事として工事に着手した。

ここでは、主にプレストレスを煉瓦壁に与えた煉瓦壁の構造補強工事の設計と施工について報告する。

2. 建物概要

本建物の復元工事後の電車通りからの立面図を図-1に1階平面図を図-2に示す。建物は地上2階、間口11.07m、奥行き14.4mの店舗建築である。とくに1階の建物正面がすべて開口であり、2階煉瓦壁の重量は2本の鉄骨柱と戸袋煉瓦壁の小口で支えられている。

建物名称	北海道指定有形文化財旧金森洋物店
所在地	函館市末広町19番27
地域・地区	商業地域、準防火地域
発注者	函館市
設計者および監理者	調査・復元 (株)文化財保存計画協会 構造 (有)第一構造 設備 (株)久保田設備設計事務所
施工者	(株)高橋組

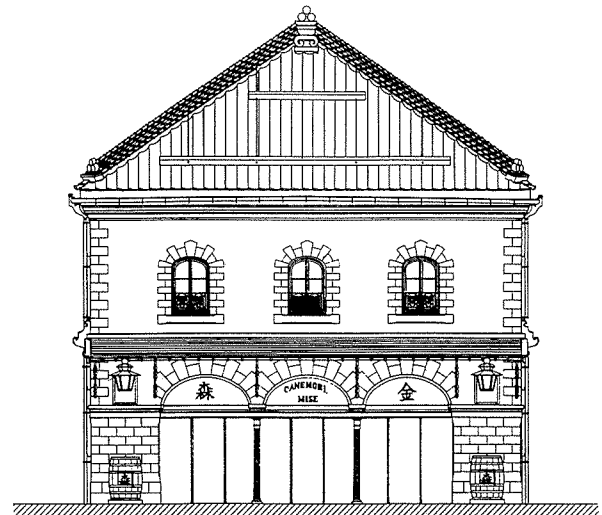


図-1 立面図

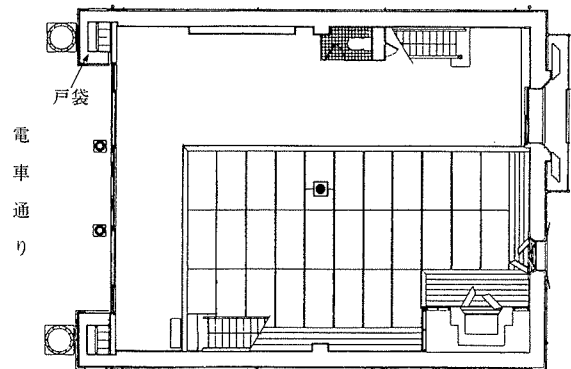
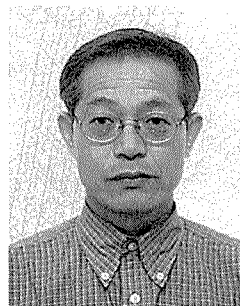


図-2 1階平面図



*1 Young Joo PARK
(有)第一構造 所長



*2 Hisayuki KINOSHITA
(株)文化財保存計画協会
主任研究員

建築年月日	明治13年(1880)11月
建築面積	145.36m ²
延床面積	278.36m ²
構造形式	屋根 寄せ棟棧瓦葺き 外壁 煉瓦積み(イギリス積み)下地 漆喰塗り 基礎 切石2段積み基礎
工期	平成10年11月~12年3月

3. 構造設計概要

3.1 補強前建物の構造概要

本建物の外壁は1階が煉瓦2枚、2階が煉瓦1枚半のイギリス積みであり、内外とも漆喰塗り仕上げとなっている。屋根は防火上、野地板の上に土(50mm~60mm)、煉瓦、土(300mm)を載せた上に棧瓦を葺いてあり、屋根荷重が非常に大きい。基礎は煉瓦壁の下部に切石を2段に積んだ布基礎状の基礎であり、軟らかいシルト層を支持層としている。

3.2 補強前建物の構造的欠点

(1) 平面的な偏心

本建物の1階平面図より明らかなように、建物は電車通りに面した正面構面にほとんど耐力壁がなく、1階が平面的に偏心しており、正面構面が地震時に大きく変形すると考えられる。

(2) 煉瓦目地のせん断強度

煉瓦造の建物(歴史的な建物)の目地のせん断耐力が通常500kPa~600kPaであるのに対して、本建物は50kPaであり、他に比して非常に目地の強度が低い。

3.3 煉瓦造建造物の構造補強の概要

煉瓦造建物の構造的な補強方法は種々あるが、今まで日本で採用された煉瓦造建物の補強方法の大略を示すと、

- ① 煉瓦壁内部に鉄筋コンクリート耐力壁や鉄骨フレームを新設する
- ② 煉瓦壁に鉄筋を挿入する
- ③ 煉瓦壁に鉄板を貼り付ける
- ④ 免震装置を取り付ける
- ⑤ ファサードのみ残し新設躯体に貼り付ける

などである。

3.4 構造補強方針の選定

本建物の構造補強を行うにあたり、建物の文化財としての保存と活用を第一義としたうえで構造補強方法を選定した。

構造補強の方法は種々あるが、文化財的な価値の保存を第一義とすると、地震入力を減じる免震装置の設置が望ましいが、工期・工事費の面でこの方法は採用できなかった。上部構造物に対する補強としては内外部に構造補強の痕跡を残さない鉄筋の壁内部への挿入は理想的である。しかし、鉄筋を煉瓦壁に挿入しグラウトを行うだけでは補強効果があまり期待できないと考え、この工法を一步進めてPC鋼棒を挿入し緊張力を与える工法を考案し、採用した。同時に、基礎をT形のRC造とし壁の面外曲げ耐力の向上を図った。

3.5 構造解析

(1) 解析モデル

解析モデルは各壁面を版要素とし、屋根面、2階床面の架

構は無視した。煉瓦のヤング係数は平成4年の耐力度調査報告書による3GPaとした。補強前後の解析モデルの違いは基礎部分、天井ブレースおよび戸袋RC造のみであり、プレストレス導入による見かけのヤング係数の上昇は測定できず、考慮しなかった。

使用プログラム:MSC/PAL2

(2) 荷重

屋根荷重、2階床荷重および短辺方向(電車通り正面および裏面)の壁荷重は各節点に集中荷重として与え、長辺方向の壁荷重は面荷重として与えた。地震層せん断力係数は0.2とした。

(3) 解析結果

図-3に補強前後の建物の変形を示す。作用地震力は短辺方向地震力である。正面構面の変形が約44%に減じている。また、PC鋼棒に導入するプレストレス力は、地震層せん断力係数0.2の地震力を受けたとき煉瓦壁の最外端部に引張力が作用しないことを目安とした。

4. 構造補強工事の概略

本建物では、主な構造補強工事として以下の方法を採用

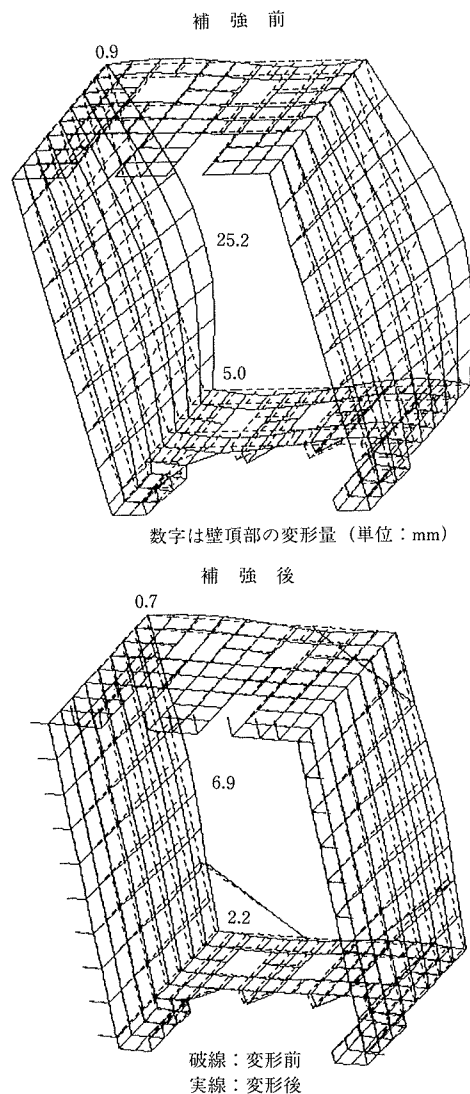


図-3 解析結果

した。

- ① 煉瓦壁に縦貫通孔を削孔し、PC鋼棒を挿入して煉瓦壁に圧縮力を与える。
- ② 既存の石造の基礎をT形の基礎とする。
- ③ 電車通り側コの字形の煉瓦造戸袋をRC造とする。
- ④ 屋根面にH鋼の火打ち材を設置する。
- ⑤ 煉瓦壁にエポキシ樹脂を充填する。

5. 構造補強工事の詳細

5.1 煉瓦壁・基礎補強工事

プレストレスによる補強を行った煉瓦造壁の断面図を図-4に示す。また、その手順を以下に示す。

- ① PC鋼棒の定着板を下部でセットするための横孔を煉瓦壁基礎石部分に設けた(写真-1)。
- ② 2階天井レベルおよび2階床レベルの2ヵ所より煉瓦壁に縦孔を約750mmピッチで掘削した。縦孔掘削において最も留意したのは、掘削孔の鉛直性の確保であり、デジタル式のポイント・スケールを用い工事を行った(写真-2)。
- ③ 削孔した縦孔にアンボンドタイプのPC鋼棒(エポキシゲビンデ23mm)を挿入し、基礎石部分の横孔から下部アンカープレート等を取り付けた(写真-3)。
- ④ PC鋼棒の緊張はセンターホールジャッキを用いて所定の軸力まで導入した(写真-4)。また、用いたPC鋼棒はアンボンドタイプではあるが、煉瓦壁の目地の補強も兼ねてプレストレス導入後グラウトを行った。

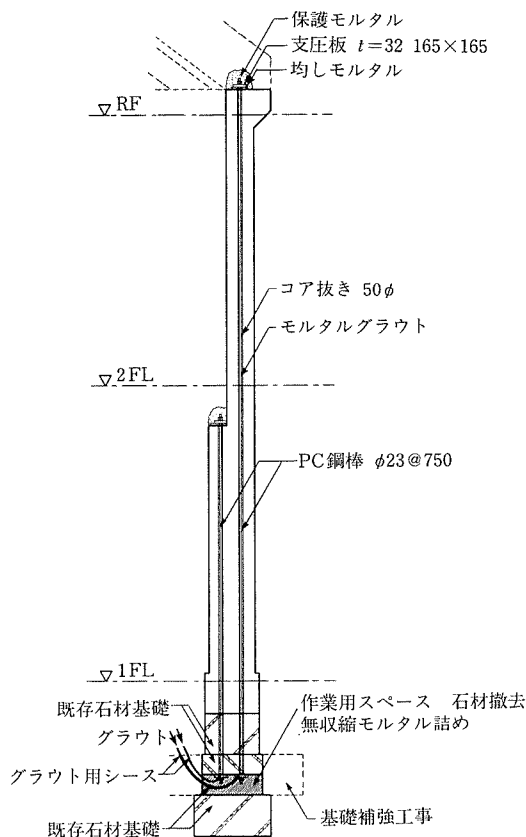


図-4 プレストレス補強断面図

- ⑤ 基礎石の両面にアンカーを施し、I形の既存の石造基礎をRC造T形とした(図-5)。

5.2 平面的な偏心の是正

平面的な偏心を是正する最も有効な手段は、弱点となっている構面にRC造の壁を新設することであるが、建物の文化財的価値に留意せざるを得なかったため、煉瓦造のコの字形戸袋と天井スラブをRC造とし、天井スラブを介してせん断力を伝える方法とした(図-6)。



写真-1 基礎横孔削孔



写真-2 煉瓦壁縦孔削孔

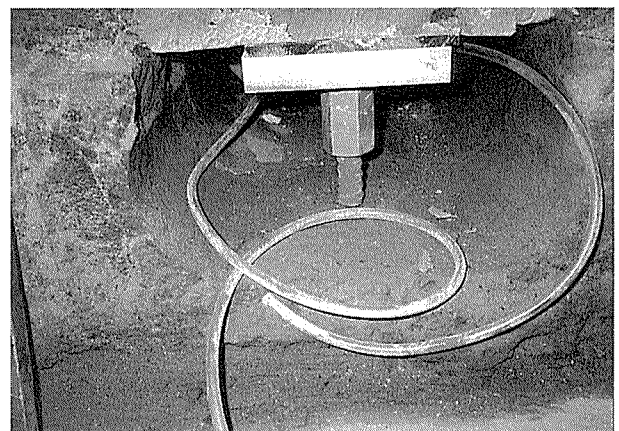


写真-3 下部アンカープレート

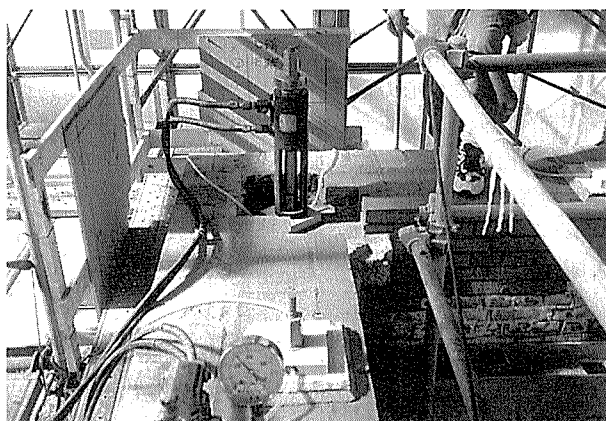


写真-4 プレストレス力導入

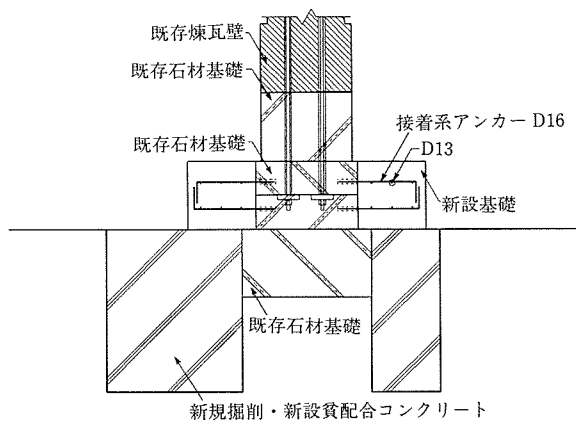


図-5 基礎補強

5.3 屋根面剛性の確保

屋根や床面における剛性が既存の床（屋根）構造ではほとんど期待できないため、壁上部に鉄骨（H-200×200×8×12）を回し、四隅に同材の火打ち材を設け、水平面の剛性の向上を図った。

6. 構造補強効果の検証

煉瓦壁構造補強効果を検証するため、補強工事前の平成10年10月7日と補強工事後の平成12年2月19日に、建物と地盤の常時微動調査を実施した。

図-7(a)に補強前の電車通りと平行方向の振動モードを示す。正面構面の振動モードによると、本建物の構造的欠点で述べた平面的な偏心により、1階が大きく変形している様子がよく分かる。

図-7(b)に補強後の電車通りと平行方向の振動モードを示す。補強前の1階が大きく変形するモードがなくなり、振動性状がよかった。また、建物の固有振動数は3.65Hzから

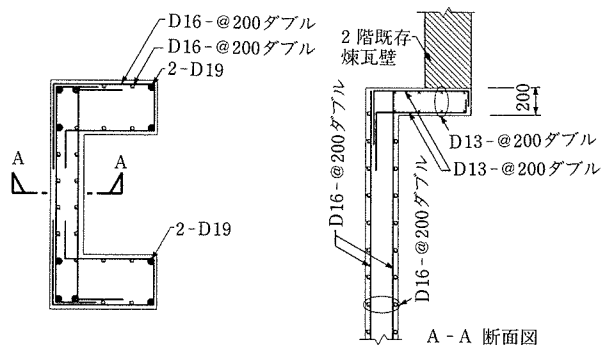


図-6 戸袋部分補強

5.86Hzと1.6倍になっており、剛性が約2.6倍となった。増幅倍率は16倍が7.5倍と約47%に減じた。

図-8に電車通りと直交方向の補強前後の振動モードを示す。補強前は、1階と2階の層間変形角がほぼ同じであったが、補強後は1階よりも2階の変形が大きくなり、プレストレスによる補強量の差が現れている。

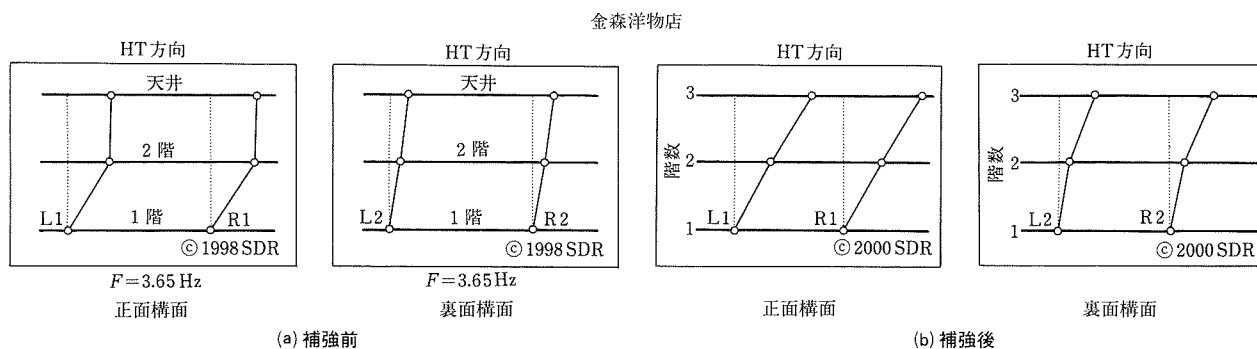


図-7 電車通りと平行方向の振動モード

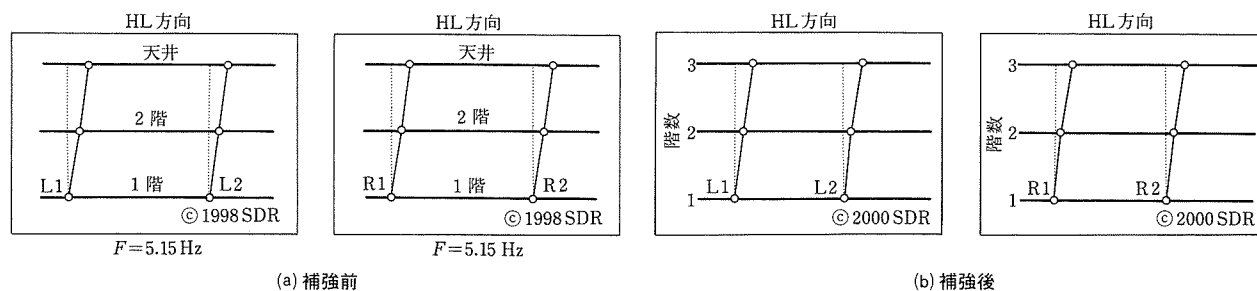


図-8 電車通りと直交方向の振動モード

以上より、煉瓦壁の補強効果は明確に常時微動測定結果に現れている。

7. おわりに

文化財建造物としての価値を保ちつつ構造補強を行うという難しい課題ではあったが、用いた構造補強手法が有効であることが常時微動測定により実証された。今後の歴史的煉瓦造建造物の構造補強設計および工事の向上に役立てば幸いである。

謝 辞

本工事は、設計・工事全般で函館市役所 澤口悦郎氏，廣河 誠氏，現場調査および設計監理で(株)文化財保存計画協会 中田尚子氏，常時微動測定で(株)システム アンド データ リサーチ 中村 豊氏，現場施工全般において(株)高橋組 圓山幸一氏，PC工事においてフドウ建研(株)加治喜久夫氏，宮本 満氏をはじめとする方々に多大のご協力とご指導をいただいた。ここに記して関係各位に深く感謝する次第である。

【2000年4月6日受付】

◀ 刊行物案内 ▶

- 複合橋設計施工規準(案)
- PC構造耐震設計規準(案)
- PC斜張橋・エクストラローズド橋設計施工規準(案)－抜粋－

(平成11年12月)

頒布価格：3点セット 5 000円 (送料 600円)

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会