

広島市平和記念公園レストハウス

躯体調査から柱・梁の補強工事まで

本報告の内容について、調査を建設環境コンサルティングが受注し、コンステック調査技術部にて技術フォローその後、補強工事の一部を広島支店にて実施したものである



調査に関しては日本建築学会大会学術講演(北陸) 2019にて発表、GBRC機関誌 189号に投稿されたものに加筆しています。

建物の歴史

- 広島レストハウスは、1929年(昭和4年)に大正呉服店として建設された。設計者は、大阪を中心に活躍した建築家の増田清氏である。
- 1945年8月6日に上空600mで炸裂した原子爆弾により、RC造の屋根は大破した。建設地の中島本町は、爆心地より水平距離で170mと現存する建物では、原爆ドーム(160m)継ぐ建物である。
- 被爆後、市の東部地域の復興拠点として活用され、1982年からは平和記念公園レストハウスとして公園を訪れる人々の憩いの場として活用されてきた。
- 被爆の歴史や平和への願いを共用する場として改修計画がすすめられ、2018年2月より着手した改修工事は2020年7月に竣工し、リニューアルオープンしている。

建物の歴史



年	建物用途等
1929年(昭和4年)	「大正呉服店」として建設
1944年(昭和19年)	広島県燃料配給制組合が買収「燃料会館」
1945年(昭和20年) 8月6日	被爆 水平170m 上空600m
1957年(昭和32年)	広島市が買収「東部復興事務所」
1982年(昭和57年)	「広島市平和記念公園レストハウス」
2018年(平成30年)	耐震補強工事のため閉館

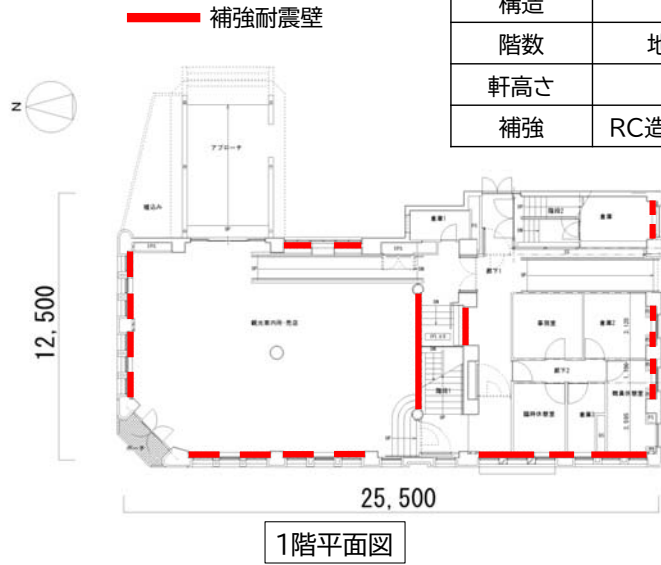


建物所在地



建物概要 (当初の補強計画)

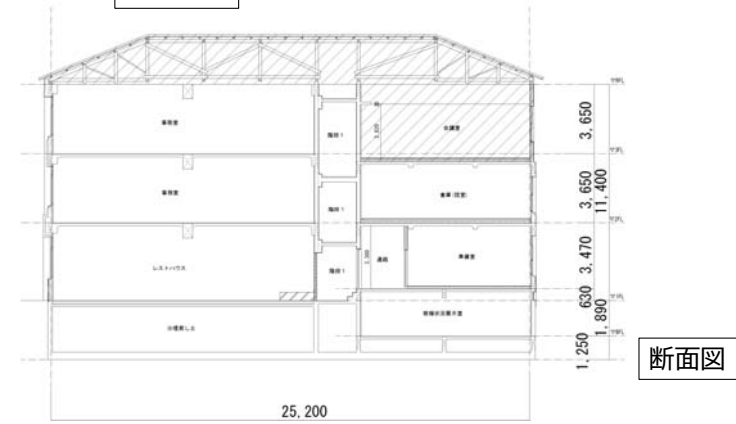
主要用途	事務所
建築面積	311.02 m ²
延床面積	980.47 m ²
構造	RC造 1部鉄骨
階数	地上3階 地下1階
軒高さ	11.55 m
補強	RC造耐震壁増設 23構面



建物概要2



軒高さ	11.55 m
階高	3.65~4.10 m
地下	部分地下



調査内容

No.	調査項目	調査目的	調査結果概要
1	貫入抵抗法	躯体コンクリートの圧縮強度の推定	Fcが設計値に対して十分な強度を有していることを確認
2	電磁波レーダ法	躯体内部の空洞等の検出	建物の内外部で豆板や空洞を確認
3	赤外線法(アクティブ法)	屋内における躯体内部の空洞等の変状の検出	柱・梁・スラブ上裏等で仕上げの浮きや躯体内部の空洞を確認
4	赤外線法(パッシブ法)	屋外における仕上げの浮き等の劣化の検出	東面、西面および南面で仕上げの浮きを確認
5	常時微動計測	建築物の振動性状の把握	「直接基礎」または「劣化した木杭基礎等」である可能性
6	強制加振による固有振動数測定	柱、梁等の固定状況の推定	構造的な欠陥が内在している可能性
7	X線撮影	躯体内部状態の確認	豆板等が確認南側1階の壁面の梁主筋を確認
8	衝撃弾性波法	地中梁の有無の確認	地中梁は無
9	屋内柱の削孔	躯体内部の鉄筋の劣化状態および仕上げ厚さ、かぶり厚さの確認	柱内部の鉄筋は概ね健全な状態であることを確認
10	土間確認(貫通コア採取)	土間の施工状況、部材厚さ等の確認	土間の仕様を確認

コンクリート強度のばらつき確認のための調査 シルバーシュミット・ウィンザーピン



強度試験状況



シルバーシュミット



ウィンザーピン試験

ウィンザーピンでは貫入するピンの長さや突起状態を確認して試験を実施する。右の写真はピンの突起を確認している状況。奥は長さを確認する専用ゲージ



調査目的

躯体コンクリート内部の豆板・空洞等の有無を確認する。

調査方法

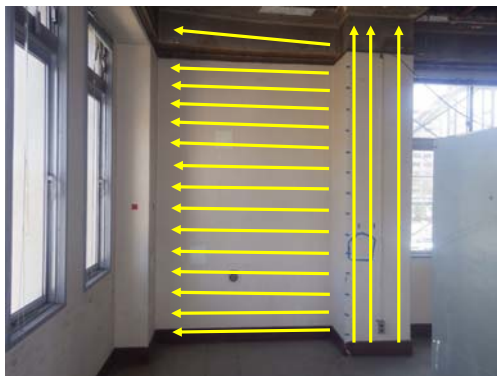
電磁波レーダ法による躯体内部探査を200mmピッチで行う。



測定方式	電磁波レーダ方式
探査可能な対象物	鉄筋, 塩ビ管, 電線管, 空洞等
測定深度	2 ~ 300mm
アンテナ中心の周波数	2.6GHz
水平方向輻射間隔	ノーマル測定 2.5mm 高密度測定 1.25mm
測定距離	20m

調査の概要

屋内および屋外の、各面の柱・梁・壁を200mmピッチで探査
木造部分（3階南側）は除く



3 F 東面（屋内側）



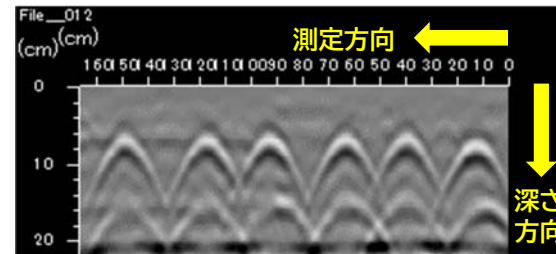
3 F 東面（屋外側）

調査箇所数 約1800測線 総距離 約3.3km

調査結果(波形の評価①)

①鉄筋の反射波形を見つける

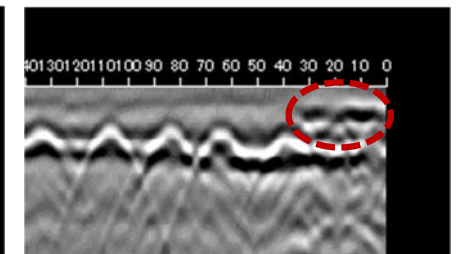
健全と判断した躯体



鉄筋の波形が20~25cm間隔で表れている

②明らかに鉄筋でないものを探す

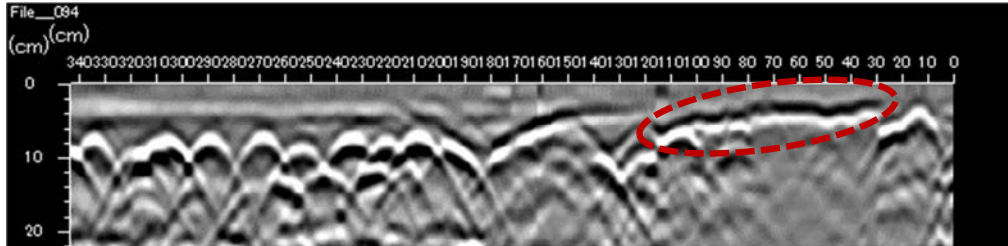
豆板・空洞等



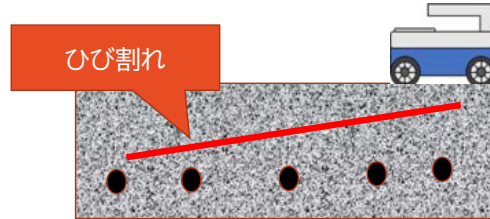
鉄筋より浅い位置に鉄筋ではない黒い反応が表れている

調査結果(波形の評価②)

表層部分のひび割れ(縁切れ)の例



黒い連続した反応が斜めに伸びている



表層部分のひび割れのイメージ図

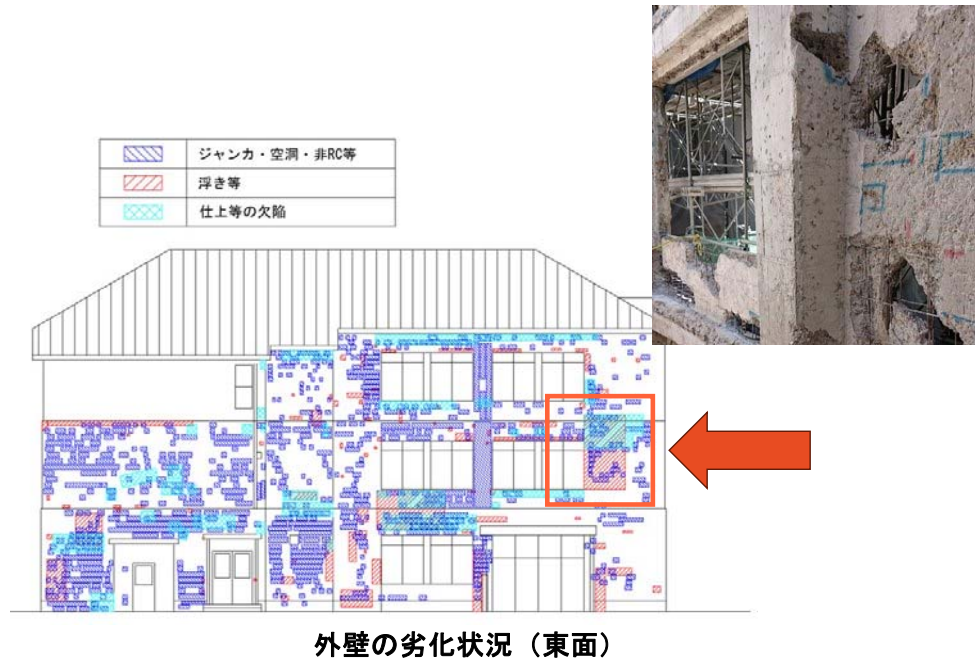
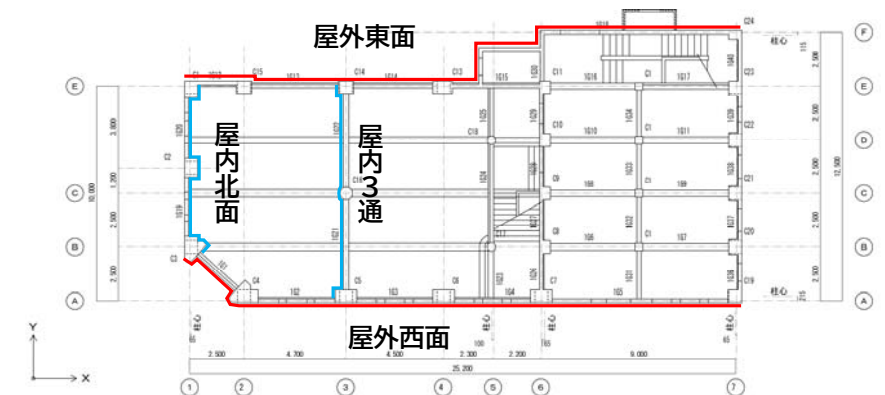
調査結果の図面化

躯体内部に変状と思われる部分が多く見られた。
(一例として西面を示す)



調査結果

- ・屋内、屋外ともに変状と判断される範囲が多く見られ、その位置は内外で概ね一致していた。
- ・屋外では東面および西面、屋内では北面および3通りが、変状程度が「大きい」と判断された。



外壁の劣化状況(東面)

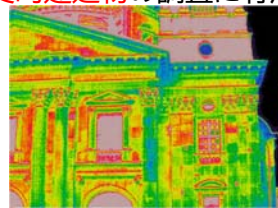
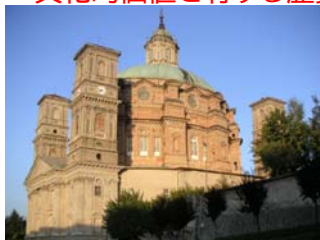
赤外線法の特徴

赤外線法 → 対象物の表面温度を測る

- 非接触・非破壊、遠隔から
- 一度に広い面積を計測
- 再現性がある



文化的価値を有する歴史的建造物の調査に有用



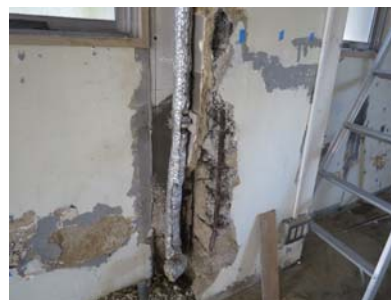
イタリア国宝 ヴィコフォルテ教会堂の調査事例

調査目的

経年劣化, 被爆損傷, 初期不良がどこにあるのか、
またその程度を知りたい

対象・屋内柱, 梁

・外壁仕上げ材



調査概要

外壁仕上げ(モルタル)の浮き

・日射, 気温変動による **パッシブ法**

屋内の躯体内部変状

(空洞:浮き, 豆板など 表面から30mm程度を対象)

・強制加熱による **アクティブ法**

使用機材: 赤外線サーモグラフィ

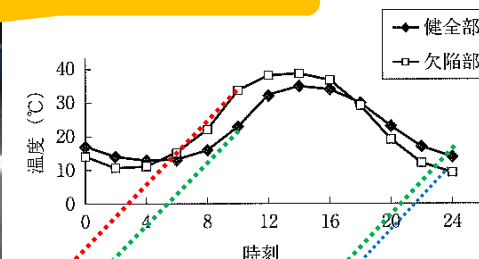
ジェットヒーター(アクティブ法)

仕上げ材の浮き・剥離の検出原理

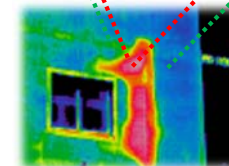


欠陥検出の原理図

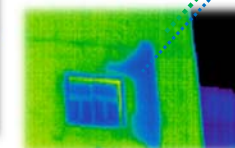
欠陥部(空隙)は断熱作用により、昼間日射が当たると温度が上昇しやすく、夜間日射がなくなると冷却されやすく、その温度変動(健全部との温度差)を検出することで検査を行います。



健全部と欠陥部の表面温度の時間による変化

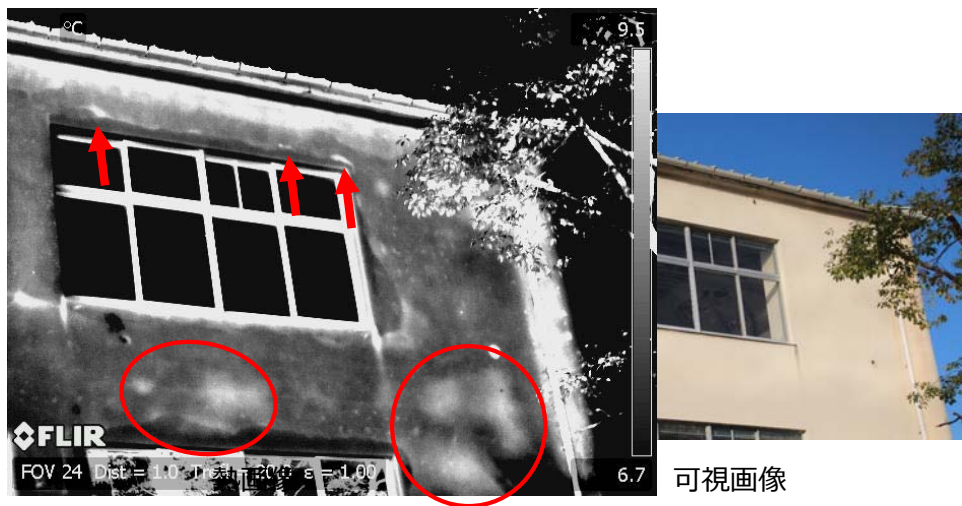


赤外線画像の例 (昼間)

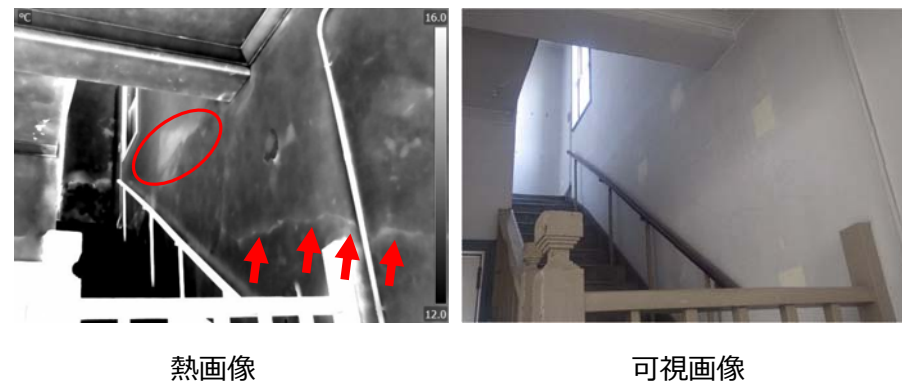


(夜間)

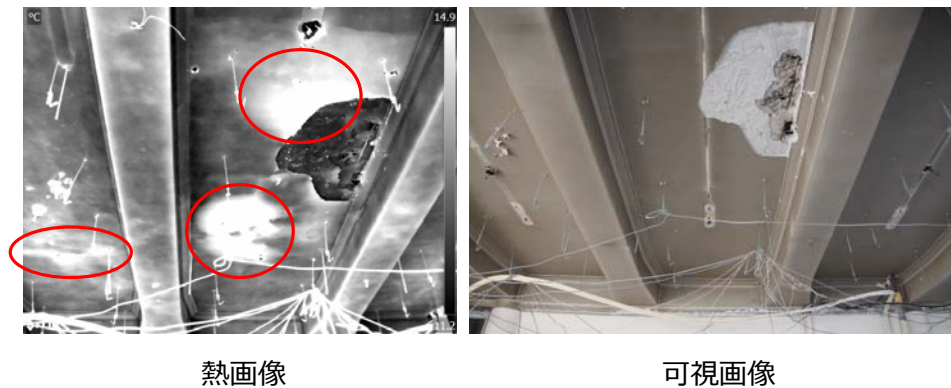
外壁仕上げの状態確認



屋内欠陥の検出(1)



屋内欠陥の検出(2)



屋内欠陥の検出(3)



広島)レストハウスの再オープン延期 想定より劣化進む

東郷隆 2018年9月13日 03時00分



改修のため休館中の被爆建物「平和記念公園レストハウス」（広島市中区）の再オープンが2020年7月にずれ込むことになった。市は耐震化工事などを進め、来年度中の再開を予定していた。ところが想定よりも劣化が進んでおり、大規模な修繕が必要と判断。事業費も当初より約2億2千万円増え、約9億4千万円を見込んでいる。

改修後の再オープンが2020年7月にずれ込む平和記念公園内のレストハウス＝広島市中区

市によると、1～5月に赤外線や超音波を使って建物の骨組みなどを調べたところ、コンクリート壁や鉄筋の状態が想定

していた以上に悪く、大規模なコンクリートの打ち直しなどが必要であることが判明したという。

また、当初は建物内部の壁や柱などの大部分を取り換える予定だったが、文化庁に「被爆の実相を伝える貴重な建物。残せるものは残すべきだ」と指摘され、工法を変更。同じ壁や柱でも、取り換える部分と残す部分はまだら模様で併存するなどし、工事の手間が増えることになったという。

レストハウスは1929年に呉服店として建設。地上3階、地下1階の鉄筋コンクリート造りで、爆心地からは約170メートル。被爆当時は燃料会館として使われ、出勤していた37人は、地下室にいた男性を除き全員死亡した。57年に市が買収し、82年からレストハウスとして使っている。（東郷隆）

非破壊検査実施結果
振動計測(柱の強制加振試験)

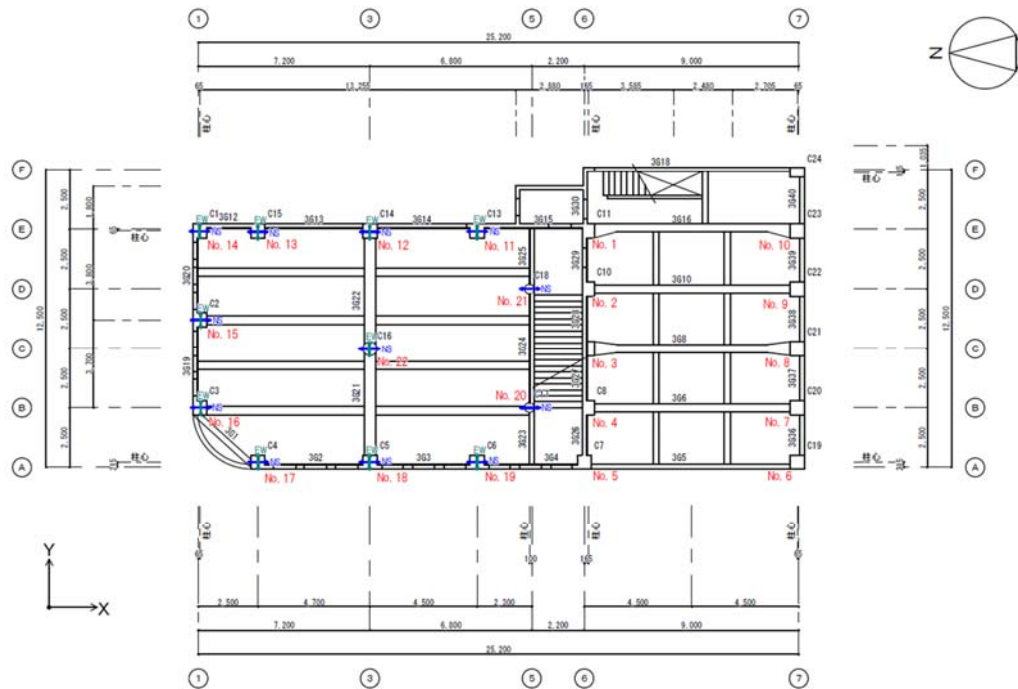
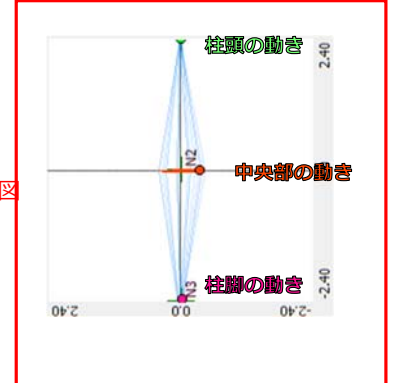


加速度センサ
(無線通信)

ボールで加振

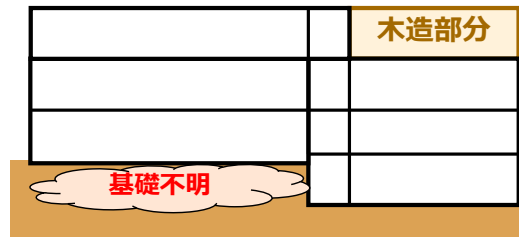
- 柱端部の豆板や打継不良などによる構造的な欠陥の有無を振動性状から推定します。
- 強制加振により、柱の1次振動モードを励起し、固有振動数を測定します。

1次振動モード図



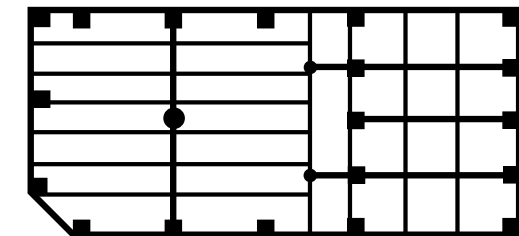
どのように振動しているのか？

常時微動計測により明らかにする



南北軸の断面図の概略

- 下部構造の影響
 - 不明な基礎構造
 - 一部地下室



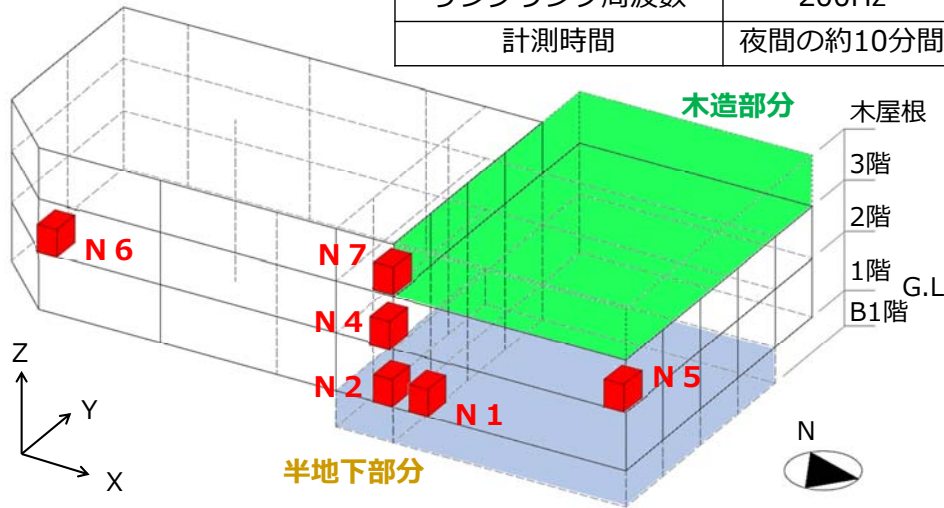
3階梁伏図の概略

- 上部構造の影響
 - 北と南で異なる階高
 - 柱に取付かない梁

調査方法（加速度計の配置）

Case 1

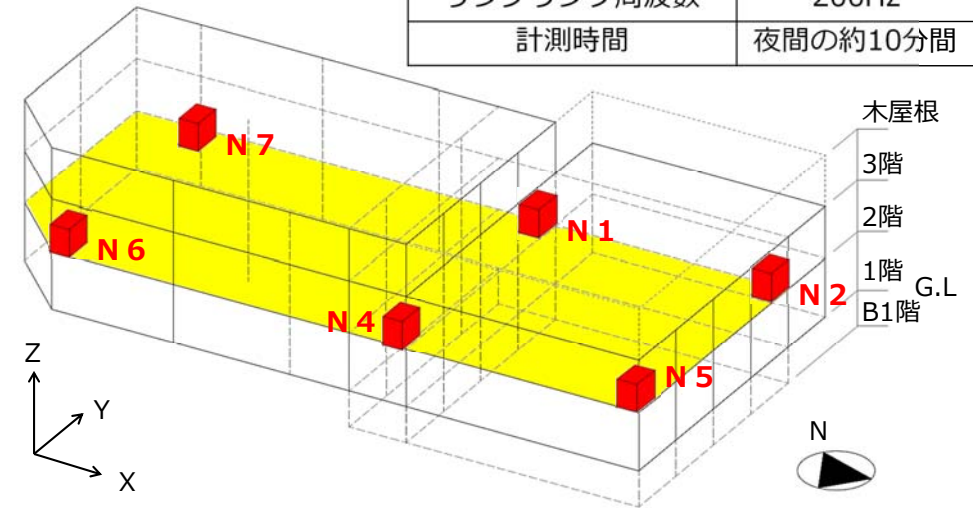
項目	調査条件
計測範囲	±2940gal
分解能	24bit
サンプリング周波数	200Hz
計測時間	夜間の約10分間



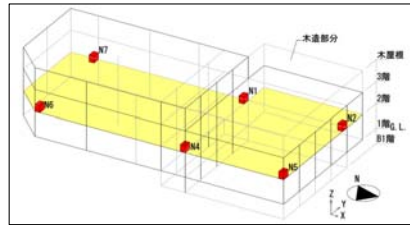
調査方法（加速度計の配置）

Case 2

項目	調査条件
計測範囲	±2940gal
分解能	24bit
サンプリング周波数	200Hz
計測時間	夜間の約10分間

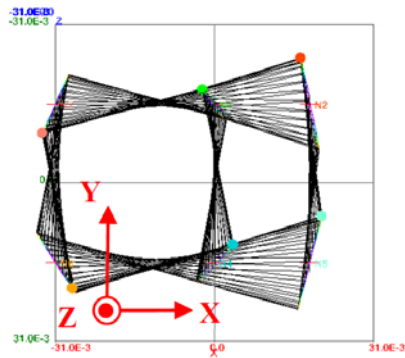


調査結果（周波数特性）

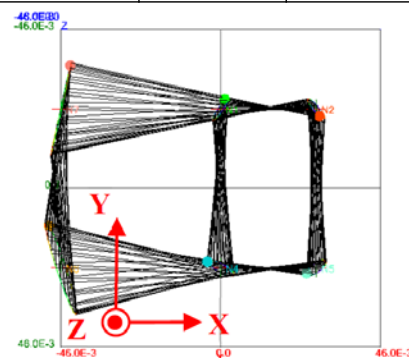


加速度計の配置 (Case2)

	固有周期(sec)	
	X方向	Y方向
mode1	0.554	0.569
mode2	0.2~0.3	
mode3	0.152	0.143
mode4	0.078	0.096



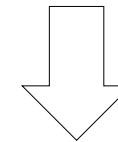
mode3の振動モード



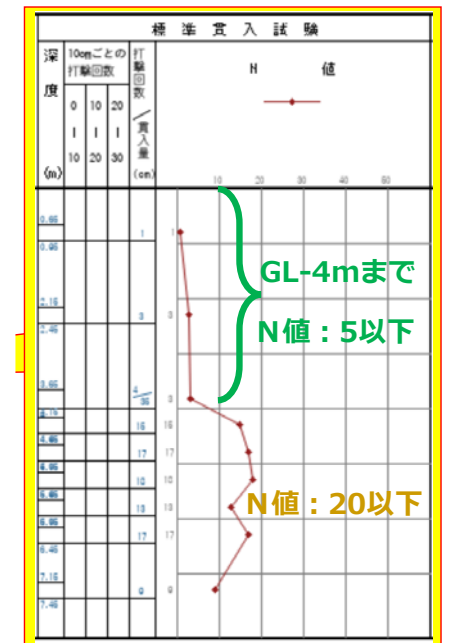
mode4の振動モード

強固な地盤に支持されていない？

軟弱地盤の影響を強く受けている



直接基礎
あるいは
剛性の低い木杭基礎



(参照：国土情報検索サイト)

調査のまとめ

- 1) ウィンザーピン試験によるコンクリート強度の分布調査より、コンクリート強度が低い箇所は存在するが、被爆や火災によると考えられる特定の傾向は見られない。室内の部材及び外壁とも同様の傾向であり、1階の強度のばらつきが大きく、コンクリート強度が低い箇所が存在する。2、3階については、比較的コンクリート強度は高く、局所的なコンクリートの不具合は、当時の施工技術に起因するものも一因と考えられる。
- 2) 電磁波レーダや赤外線調査により、室内外で仕上げの浮きや コンクリートの不具合が確認された。これらについては、打診等でその範囲を再確認し樹脂注入等適切な補修提案した。
- 3) 強制加振及び衝撃弾性波試験結果より、柱内部にコンクリートの損傷もしくは不具合が存在することを確認した。
特に1階柱に多く観測された。丸柱は一を梁の状況から、保持している軸力が大きく、内圧充填接合補強工法を提案した。

工事では内圧充填接合補強工法の工程説明をします。