

4.9 重要文化財の液状化対策工事～大阪府立中之島図書館～

4.9.1 はじめに

大阪府大阪市（図 4.9.1）に立地する中之島図書館は、住友家 15 代当主である住友吉左衛門友純より建物本館（写真 4.9.1）および蔵書等の寄進を受け、1904 年（明治 37 年）に開館した。その後も住友家から継続的な支援があり、1922 年（大正 11 年）に左右両翼部分が増築された。本館および左右両翼の建物は、明治の名建築として 1974 年（昭和 49 年）に国の重要文化財として指定された。

この歴史的建造物について耐震性能評価を行った結果、全棟において耐震補強が必要であること、さらに地盤が液状化する危険性があることが判明した。本節では、中之島図書館で実施された、重要文化財の液状化対策について概要を紹介する。



図 4.9.1 中之島図書館¹⁾



写真 4.9.1 中之島図書館の外観²⁾

4.9.2 地盤の概要

調査地付近の地質は、表層部に砂質土を主体とする沖積層が堆積しており、その下には上部洪積層や大阪層群からなる洪積層が分布している。地盤条件については、隣接する大阪府中央公会堂の耐震補強工事の際に、詳細な地盤調査が行われており、その調査結果が使用された。また、過去の地震被害を調査すると、淀川の河口域では、1944 年の昭和東南海地震において液状化が発生しており、また、調査地付近の中之島公園では、1995 年の兵庫県南部地震において一部噴砂が確認されている。本敷地において液状化の記録はないが、同じ淀川の沖積低地に位置し、下流域で液状化の履歴があるため、液状化に対して注意が必要な地盤であると考えられた。

その後、本敷地においても地盤調査が行われ、中央公会堂とは異なり、中之島図書館の地盤には全般的にシルト層が存在していることが判明した。地盤調査結果を図 4.9.2 に示す。

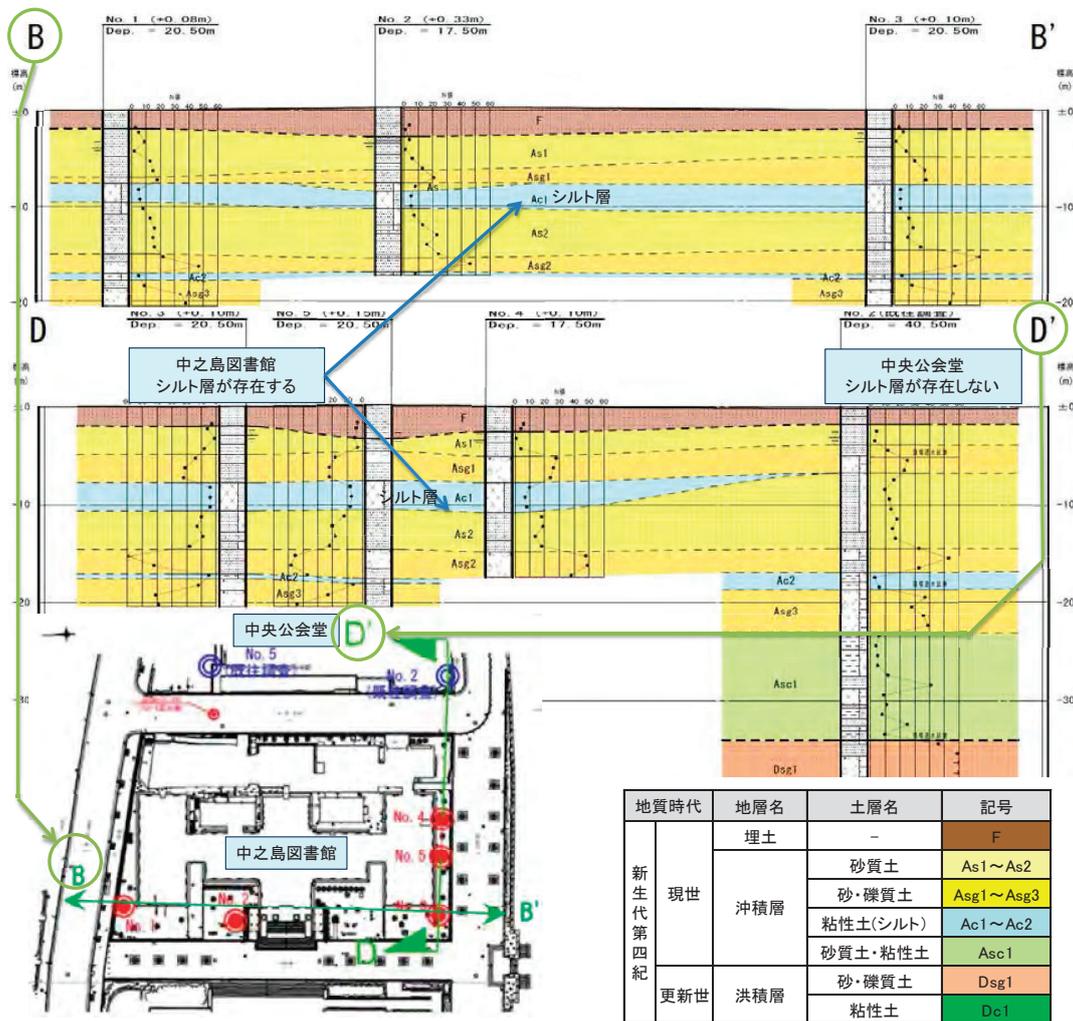


図 4.9.2 地盤調査結果²⁾

4.9. 液状化の検討

日本建築学会「建築基礎構造設計指針」に基づき、地盤の液状化判定が行われた。判定結果について、液状化の可能性を各層で評価した FL 値（液状化抵抗率）と、その値をもとに地層全体を評価した PL 値（液状化指数）を表 4.9.1 に示す。地表面加速度が 200 および 350gal において、液状化の危険性が高いと判定された。また、本建物のような煉瓦造構造物は、鉄筋コンクリート構造物と異なり引張や曲げに弱く、液状化による不同沈下が構造物の大きな破損につながる可能性がある。これらの検討より、地盤の液状化対策が必要であると判定された。

表 4.9.1 地盤の液状化判定結果

地表面加速度	FL 値	PL 値	液状化の危険性
150gal	GL-3~-5m で 1 以下	3.4 (≦5.0)	低い
200gal	GL-3~-5m で 1 以下	8.5 (≦15.0)	高い
350gal	GL-3~-12m で 1 以下	21.3 (>15.0)	かなり高い

4.9.4 地盤改良工の概要

液状化対策として、①地盤改良、②水位の低下、③グラベルドレーン、④地中壁の設置について検討されたが、②、③は長期的に効果を維持させることが難しく、④は液状化層（最大12m）の大きさを考慮すると大がかりな工事となるため、①地盤改良が採用された。工法は、既存建物下を改良できる自在ボーリング注入工法および高圧噴射攪拌工法が検討され、機械を設置する用地の関係で高圧噴射攪拌工法が採用された。

地盤改良の実施にあたり、基礎の状態を確認するための掘削調査やボーリング調査が行われ、また、施工性などを確認するための試験施工も行われた。試験施工では、改良径、改良長、コア採取率、強度および地盤の変位の確認が行われた。その結果、シルト層での固化不良やシルト塊の逆流などが確認されたため、プレジェット施工やセメント量の増加など仕様の変更や排泥する孔の改良が行われた。地盤改良の仕様を表4.9.2に示す。

表 4.9.2 地盤改良の仕様

項目	仕様
工法	高圧噴射攪拌工法
対象土	砂質土（一部シルト層）
改良深さ (m)	10.9、12.0、4.0
改良径 (mm)	φ 3000
改良本数 (本)	213
設計基準強度 (kN/m ²)	1600
固化材の種類	工法専用固化材

格子間隔などの検討は、「液状化対策工法設計・施工マニュアル(案)」（平成11年3月）に基づき行われた。改良体の配置は、近年の研究結果³⁾より格子壁内の過剰間隙水圧の低減が認められるL/d(格子間隔/深度)が1.4以下となるよう、また、基礎など(図4.9.)の状況を考慮して図4.9.4のように設計された。プラントの設置状況を写真4.9.2に、施工状況を写真4.9. および写真4.9.4に示す。

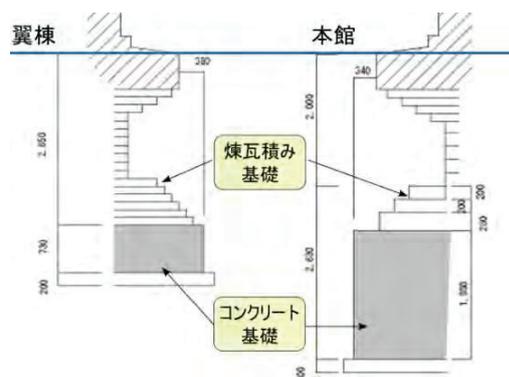


図 4.9. 本館および翼棟の基礎断面図²⁾

4.9. おわりに

重要文化財が立地する地盤に液状化の危険性が判明したが、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を採用することで、既存建物下の液状化対策を行うことができた。今後も、大規模地震から重要文化財を守るために、セメント系固化材による地盤改良が活用されることが期待される。

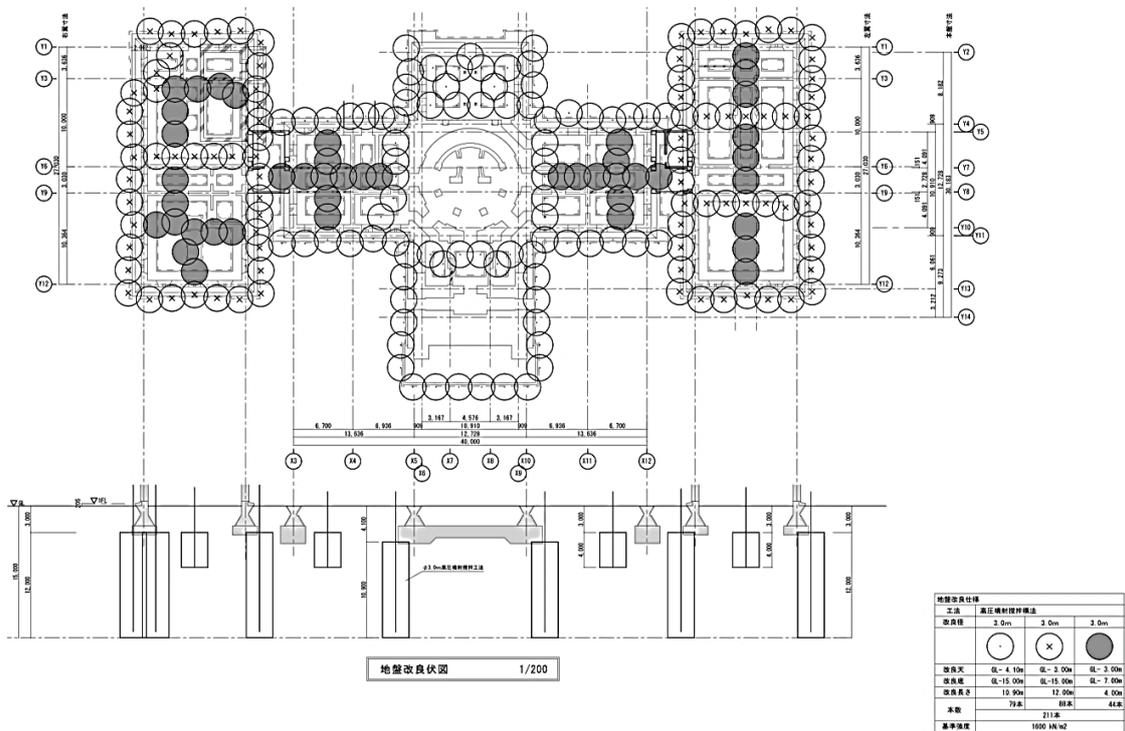


図 4.9.4 地盤改良伏図²⁾



写真 4.9.2 プラントの設置状況²⁾



写真 4.9. 施工状況（屋外）²⁾



写真 4.9.4 施工状況（屋内）²⁾

【参考資料】

- 1) 国土地理院「地理院地図（電子国土 Web）」をもとに（一社）セメント協会が作成
- 2) （公財）文化財建造物保存技術協会 提供
- 3) 高橋英紀、森川嘉之：格子状固化処理工法を用いた液状化対策に関する研究、平成 24 年度国土交通省国土技術研究会