

かごしま プラザホテル天文館

(仮称) 鹿児島 (山之口本通り) SGホテル

中山構造研究所 中山 明英



同 田中 慎二



同 遠崎 多鶴子



1. はじめに

鹿児島地方は特殊土として有名なシラス台地を有している。本建設地は鹿児島市中心部に位置し、その厚い沖積シラスに覆われている。地盤種別は当然第3種地盤であり、液状化の可能性も高い地盤である。このような条件の厳しい敷地であるが、13階建のビジネスホテルを、県内外の利用客が安心して泊まれるホテルにとの施主の要望により免震構法を採用した。

施主：ケイオー開発株式会社

建設地：鹿児島市山之口町7番12他

一般設計：平成設計株式会社

構造設計：(株)中山構造研究所・(株)日本免震研究センター

協力 福岡大学高山研究室

施工者：野村建設工業株式会社

本稿では、主に本物件の特徴である「シラス土」、及び、利用できる強震動記録が少なく地震活動度の低い地域における設計入力地震動の想定について述べる。

2. 敷地概要

本建設地は、JR鹿児島本線「西鹿児島駅」の北東約1km付近にあり、鹿児島市街の中心部に位置している。

鹿児島低地は南北及び西方の三方をシラス台地で囲まれており、その境界面は垂直に近い崖となっている。鹿児島平野はいわゆる沖積シラスを主成分とし、また沖積層の厚さはかなり厚く台地寄りの狭い範囲をのぞけばGL-50~60mでも下位の洪積層を確認できずに地盤調査を終了していることが多い。本敷地もGL-100mの調査を行っているが、GL-62.8

mにおいて洪積層を確認している。

以下に沖積シラス地盤の特徴を簡単にまとめる。

- ① 沖積シラス地盤の層厚は一般に厚い。
- ② 標準貫入試験のN値はN=10前後と低く、深度方向での大きな増加傾向は見られない。
- ③ 土層は細粒~中粒の砂を主体に構成され、粘性土の分布は少ない。
- ④ 土粒子はシラスの主要構成粒子である火山ガラスを主体とするため、比重Gsは、2.4前後と小さい。また、土粒子構成は比較的均一である。
- ⑤ 標準貫入試験によるN値と孔内載荷試験より求まる各特性値やオランダ式貫入試験の貫入抵抗などとの関係は、通常の沖積地盤で認められるものとはかなり異なり、N値は沖積シラス地盤の強度を過小に評価する傾向にある。



写真-1 建物外観

3. 地震活動度と設計入力地震動

最近では、1997年鹿児島県北西部地震が記憶に新しいが、本建設地に採用できる強震動記録が無く、「鹿児島県に被害を及ぼす地震及び地震活動の特徴」¹⁾によると、鹿児島県に被害を及ぼす地震は、主に陸域の浅い地震と日向灘や種子島、奄美大島の東方沖の海域での地震である。最も影響が大きかったと考えられる1914年の桜島の火山性地震では、震源要素(M=7.1)より、本建設地までの震源距離は約13km、地動の最大速度は約26cm/s(金井式)となるが、この地震による鹿児島市内の震度は5~6程度であり、被害の程度も小さいものであった。

本建設地の周囲には、大小十数の活断層(リニアメントを含む)が近傍の鹿児島湾北部周辺に分布している。しかし、地形を明瞭に切断する活動度の大きいものはほとんど見られない。南九州において確実度Iの活断層とされているのは、本建設地より北東50kmに位置する「高千穂峰断層系」である。

確実度と活動度を考慮すると、本建設地に影響を及ぼす活断層は高千穂峰断層系であるが、断層の規模と距離を考慮すると、それ程大きな影響を与えるとは考え難い。

本建設地の近傍に位置する鹿児島湾西縁断層については、ほぼ直下であることから考慮すべき断層と考えられるが、その活動度及び鹿児島島の基盤構造は現状では不明である。

もし、この鹿児島湾西縁断層が活断層であったとして、その断層パラメータを仮定してモデル化すれば、最大速度が100kine相当の地震動強さの直下型地震動が想定され得る。しかしながら、この断層をモデル化した模擬地震動波について、断層の確実度・活動度、及び基盤構造等のデータの不足した状況下では、設計入力地震動として適切であるという判断は一義的には出来ない。そのため、本設計では、地域特性波としてGL-92.8mの工学基盤及び、GL-710mの地震基盤($V_s=2500\text{cm/s}$)にBCJ-L2波を基盤入力とした「BCJ-L2模擬波」を作成している。

本設計では、この地域が地震の少ない地域であることを踏まえた上で、歴史地震との整合性を鑑み、建築主と協議・合意のもとに、以下のように設計入力地震動レベルを設定した。

レベル1地震動 25kine

レベル2地震動 50kine

最大速度が75kine相当の地震動強さとなるBCJ-

L2模擬波は、安全余裕度検討レベルの地震動とし、これ以上の地震動強さの地震動については性能目標を設定していない。

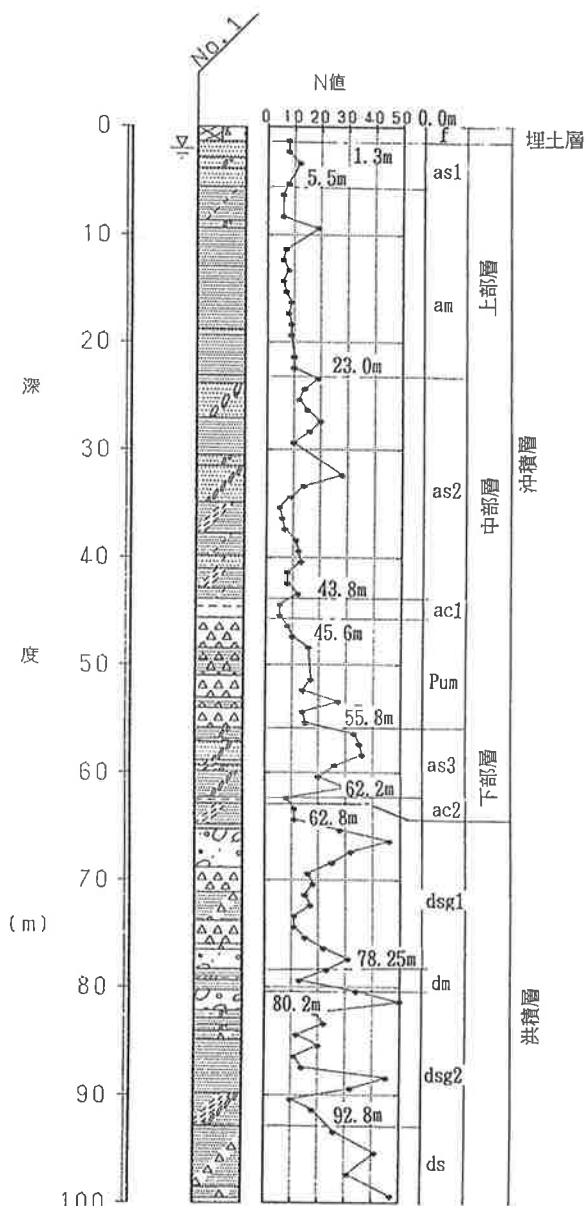


図-1 ボーリング柱状図

4. 構造計画

架構は全層鉄筋コンクリート造で、1階は純ラーメン架構、2階より13階最上部まで耐震壁付きラーメン架構で構成されている。X方向は5.05m 5スパン、5.55m 1スパンの合計6スパン、Y方向は11.40m 1スパンとなっている。

第3種地盤であるので地盤の大変形に追従できるように上部をリブ付き鋼管とした場所打ちコンクリ-

免震建築紹介

ト杭とし、レベル2地震動時に液状化する層の水平地盤反力係数について低減している。

免震部材としては、天然ゴム系積層ゴムアイソレータ850φを14基、鉛ダンパーU180を18体、鋼棒ダン

パー90φR380を4体用いている。

設計用地域地震動の設定が難しいので、アイソレータのみの固有周期 $T_f \geq 4.0\text{sec}$ を目指し、地震動の違いによる影響を受けにくくなるようにした。

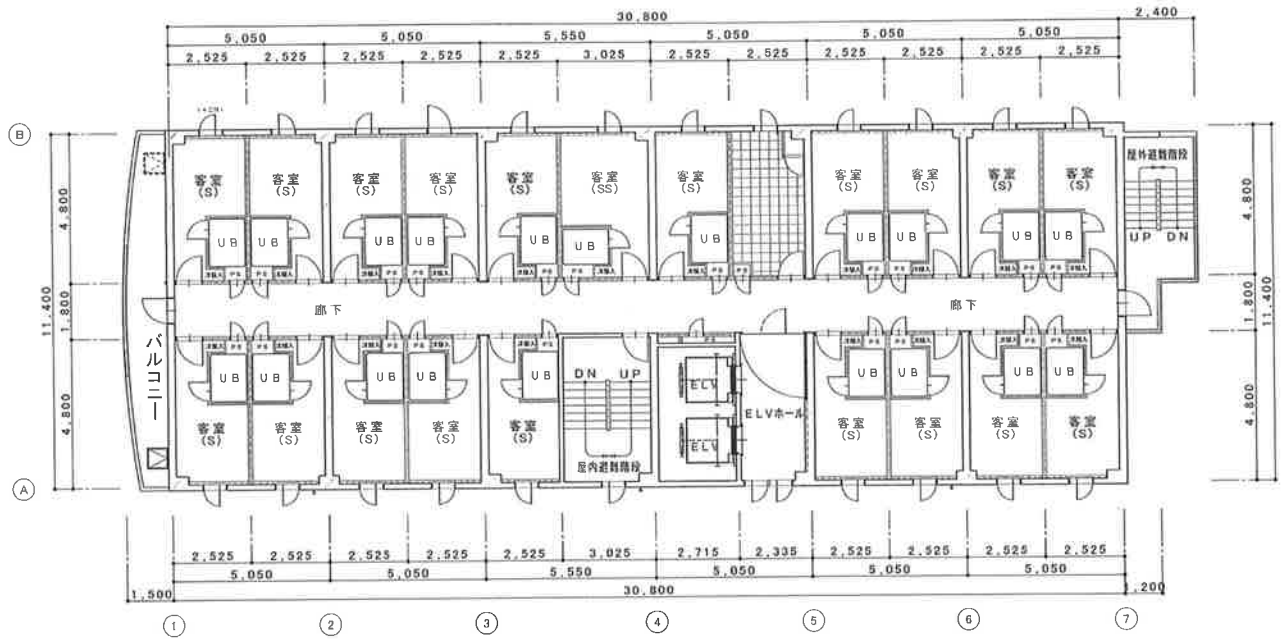


図-2 基準階平面図

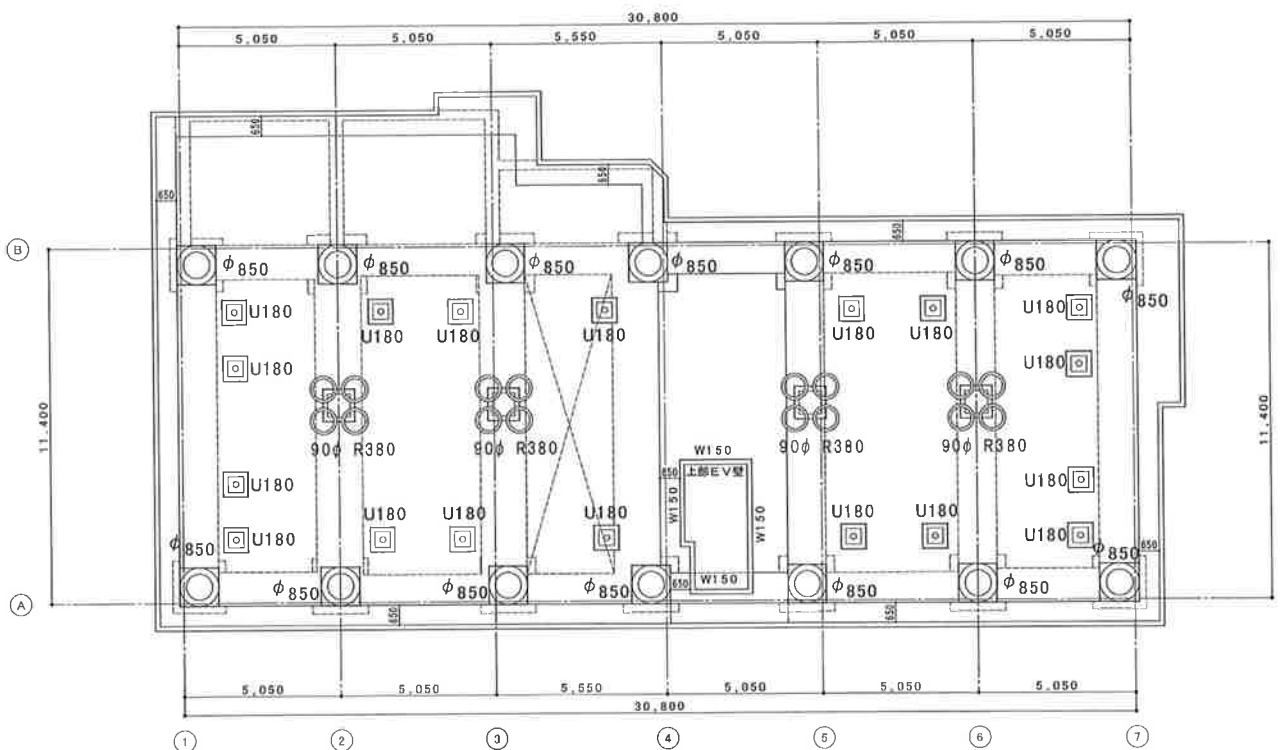


図-3 免震部材配置図

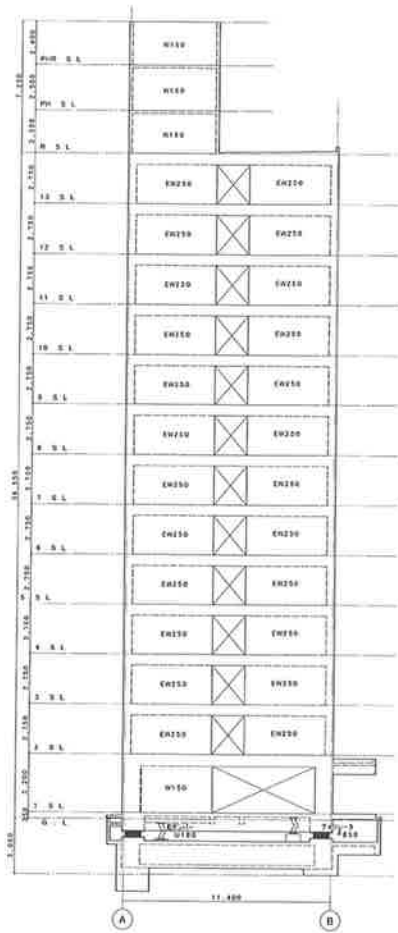


図-4 張間方向軸組図

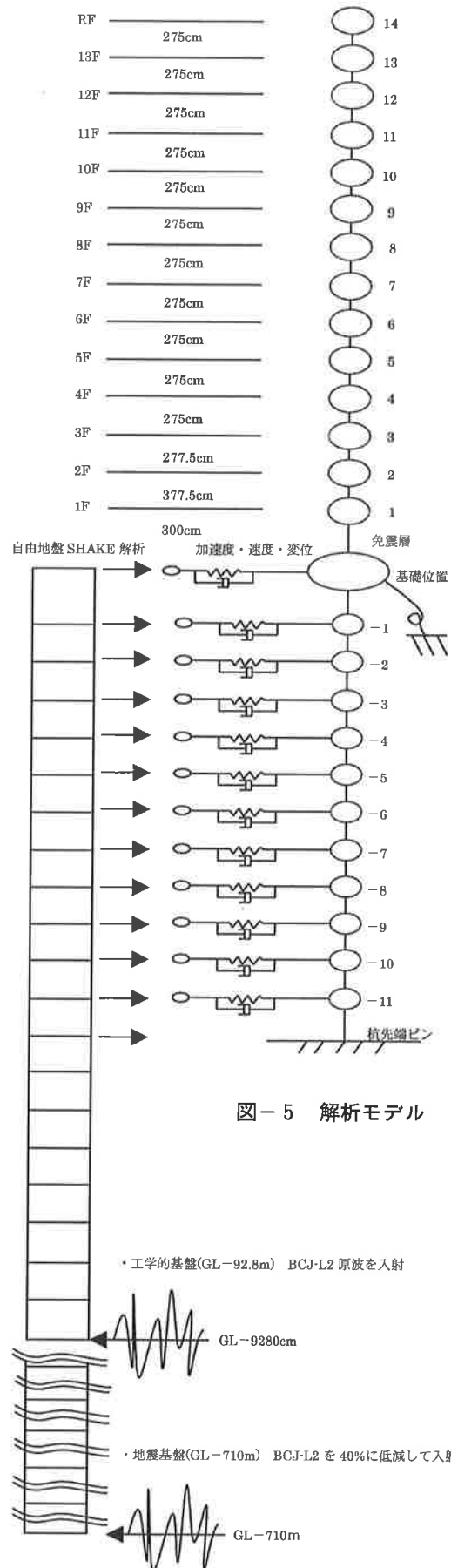


図-5 解析モデル

5. 免震設計のクライテリア

表-1に、この建物の耐震性能目標を示す。

表-1 耐震性能目標

レベル	レベル 1 (25kine)	レベル 2 (50kine)
上部構造	A	A
免震層	A	A
基礎構造	A	A

躯体：A:許容応力度内 B:弾性限耐力内 C:終局耐力内
免震部材：A:安定変形内 B:性能保証変形内 C:限界変形内

6. 振動応答解析

6.1 解析モデル

上部構造の解析モデルは基礎固定の14質点等価せん断型モデルとし、第3種地盤であることから、建物-地盤-杭の連成系振動解析を行っている。図5に解析モデルを示す。

6.2 入力地震動

地震応答解析には、既往の観測地震波4波に加えて、敷地地盤の常時微動測定結果に認められたやや長周期成分の増幅特性を考慮したBCJ-L2波を基盤入力とする模擬地震動波を作成した。表-2に、採用入力地震動の諸元一覧を示す。

表-2 入力地震動一覧

地震波	原最大加速度	最大加速度
EL CENTRO NS	341.7cm/s ²	510 cm/s ²
TAFT EW	175.9	497
HACHINOHE NS	225.0	330
HACHINOHE EW	182.9	255
BCJ-L2(92-原)*	378.5	398

* : BCJ-L2原波をGL-92mに基盤入力し作成した余裕度検討用模擬波

6.3 解析結果

上部構造を、基礎固定としたレベル2での応答結果を図-6に、建物-地盤-杭の連成解析結果を図-7に示す。レベル2地震動時で、最大加速度は219 galとなり、性能目標の300gal以下となっている。また、杭の曲げモーメントについてもいずれも設計値内となっている。

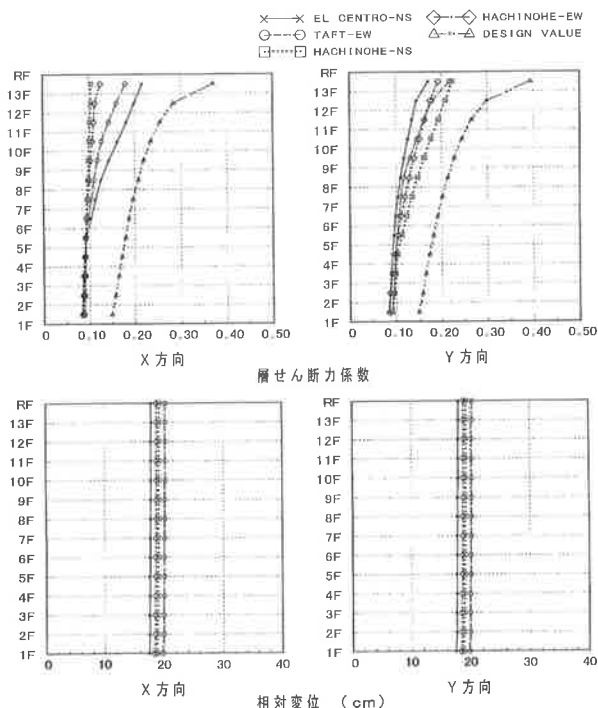


図-6 最大応答値 (レベル2)

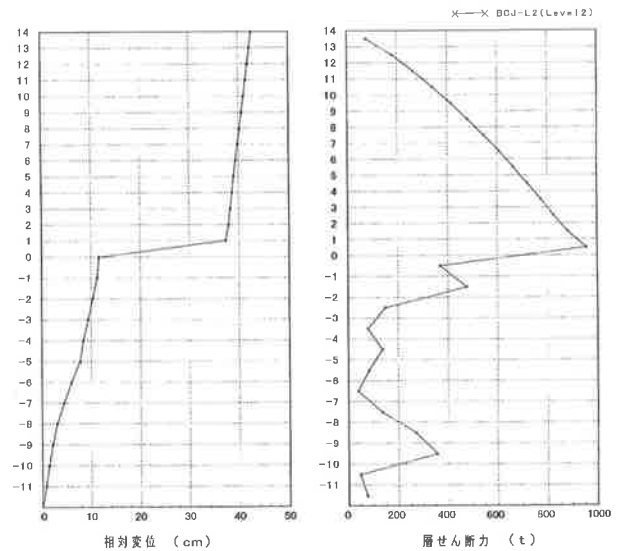


図-7 最大応答値 (レベル2 Y方向)

連成解析については、軟弱地盤であることから変位に対する検討を、液状化層を考慮した場合について行い、余裕度検討用レベルで、免震層の最大変位は約63cmと、余裕度検討用のクライテリアを満足した結果となっている。

7. おわりに

本建物は平成11年3月に竣工、オープンし、免震構法によるホテルとしては全国初のビジネスホテルであり、シングル泊6,000円という価格で、オーナーによると稼働率も当初の採算ベースを大きく上回り、好評を博しているとのことである。