

■構造計画

1. 設計方針

1) 基本方針

本施設はホール、図書館交流広場、美術展示機能を備えた会議室、子供から高齢者までの世代を超えた市民交流の場となり、さらに防災拠点となる複合施設である。ホール部は3階建て、その他の機能は2階建てで構成される。防災拠点を持つ事、また利用者が安心して利用できる施設として高い耐震性能の確保、高い耐災害対策施設となることを目指す。

2) 耐震性能目標

施設は防災拠点機能をもち「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」における“災害対策の指揮、情報伝達等のための施設”とし位置づけられる。また避難所としての機能も有するもとし、重要度係数を1.5に設定する。

表-1. 耐震安全性の目標と保有すべき性能

耐震安全性の分類	耐震安全性の目標	保有すべき性能	重要度係数	建物の主用途
I類 特に構造体の耐震性能の向上を図るべき施設	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。	大地震動に対して無被害あるいは軽微な損傷に止まり、直ちに補修を必要とするような耐力低下を招くことがない。	1.50	防災拠点となる建物
II類 構造体の耐震性能の向上を図るべき施設	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られている。	大地震動に対して比較的小さな損傷に止まり、直ちに大きな補修を必要とする耐力低下を招くことがない。	1.25	防災拠点または避難施設となる建物
III類 建築基準法に基づく耐震性能を確保する施設	大地震動により構造体の部分的な損傷は生じるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られている。	大地震動に対して部分的な損傷は生じるものの、倒壊、部分倒壊などの大きな損傷は発生せず、著しい耐力低下を招くことがない。	1.00	一般官庁施設

3) 準拠する基準・規準

準拠する基準・規準は下記とし、いずれも最新版を使用することとする。

- (1) 建築基準法、同施行令、告示等
- (2) 官庁施設の総合耐震計画規準
- (3) 建築物の構造関係技術基準解説書
- (4) 建築物荷重指針・同解説
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
- (6) 鋼構造設計規準
- (7) 建築基礎構造設計指針
- (8) 地震力に対する建築物の基礎の設計指針
- (9) 木質構造設計規準・同解説
- (10) 冷間成形角型鋼管設計・施工マニュアル

その他必要に応じて学会諸規準等を採用する。

4) 使用材料

- (1) コンクリート強度
場所打ちコンクリート設計基準強度FC=24~36N/mm²程度
- (2) 鉄筋
D16以下:SD295A
D19以上:SD345
D29以上:SD390
- (3) 鉄骨
主架構:SN490B、BCP325他
二次部材:SN400B、SS400他

その他、必要に応じて適切な材料を採用する。

5) 荷重条件

荷重条件は下記の項目を基準とし、実施設計にて更なる精査、見直しを行い、本建物の設計に最も適切な荷重条件となるようにする。

(1) 積載荷重

主な積載荷重は建築基準法施行令第85条による。

(N/m²)

用途名	床用小梁用	架構用	地震用	代表的な室名	
住宅の居室、住宅以外の建築物における寝室又は病室	1800	1300	600	-	
事務室	2900	1800	800	防災拠点機能等	
集会室等の客席又は集会室	固定席	2900	2600	1600	会議室機能等
	その他	3500	3200	2100	会議室機能、ホール
教室、集会施設に類する用途の廊下、玄関又は階段	3500	3200	2100	エントランス、交流機能等	
一般倉庫	3900	2900	2000	各種倉庫	
書庫(低書棚)図書閲覧室	5900	5400	4900	図書館機能等	
書庫及び倉庫(階高満載)	7800	6900	4900	図書館機能等	
可動書庫	11800	10300	7400	図書館機能等(必要に応じて)	
駐車場、車路	5400	3900	2000	-	
屋上(人が使用する場合)	1800	1300	600	共通(範囲検討中)	
屋上(人が使用しない場合)	1000	600	400	共通(範囲検討中)	

(2) 積雪荷重

鳥取県建築基準法施行細則により、次式によって算定された積雪深さを上回る積雪荷重とする。

$$\text{積雪深さ} = \text{基準積雪量 (m)} + \text{標高 (m)} \times \text{標高に乗ずる数値}$$

鳥取県建築基準法施行細則より、

基準積雪量： 0.6 m
標高に乗ずる数値： 0.0036

計画敷地の標高は、3.2mと想定される。

よって、積雪深さ = $0.6 + 3.2 \times 0.0036 = 0.61152\text{m}$ → 0.65mとする。

(3) 風荷重

建築基準法施行令第87条による。

風荷重は下記による。

$$P = q \cdot C_f \cdot A$$

P：設計用風圧力 (N)

C_f：風力係数

q：速度圧 (N/m²)

A：見付面積 (m²)

速度圧qは下記による。

$$q = 0.6 \cdot E_r^2 \cdot G_f \cdot (\alpha \cdot V_0)^2$$

V₀：30m/s

E_r：平均風速高さ方向の分布を表す係数

G_f：ガスト影響係数

地表面粗度区分：Ⅲ

(4) 地震荷重

建築基準法施行令第88条による。ただし地域係数については、Z=1.0とする。

○一次設計

$$Q_i = I \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_O \cdot W_i$$

I = 1.00 (用途係数) C_O = 0.2 (標準層せん断力係数)

Z = 1.0 (地域係数) R_t：振動特性係数 A_i：分布係数

W_i：建物重量

Q_i：層せん断力

○二次設計

$$Q_{un} = I \cdot D_s \cdot F_{es} \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_O \cdot W_i$$

I = 1.50 (重要度係数) C_O = 1.0

D_s：構造特性係数 F_{es}：形状係数 Q_{un}：必要保有水平耐力

○変形性能

層間変形角は、一次設計用地震力に対しては建築基準法施行令第82条の2に基づき、1/200以下とする。

二次設計時には「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」に基づき、RC造で1/200、鉄骨造で1/100を目安とする。

■構造計画

2. 構造設計概要

1) 基本方針

本施設は構造計画説明書にあるとおり、重要度係数1.5を採用することを想定している。
ホール部分とその他部分の間には、構造種別の違い及び遮音性の向上を目的として、エキスパンションジョイントを設けることを想定している。

2) 構造形式

基本設計において、想定する構造種別、架構形式、基礎形式、エキスパンションジョイントは以下とする。今後、実施設計での精査において、より適切な構造形式としていく。

(1) 構造種別

ホール部： 鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
その他部分： 鉄骨造、一部木造

(2) 架構形式

ホール部： 耐震壁付ラーメン構造、純ラーメン構造
その他部分： 純ラーメン構造

(3) 基礎形式

建設予定地は、周辺の地盤状況より支持層の出現がGL-60m以深と想定される。2016年度に行われた調査では、支持層レベルはGL-66m以深と想定される。また、大地震時相当（350gal）時にはGL-11m以深までの砂層が液状化すると考えられる。
本施設は防災拠点として、重要度係数1.5を採用している建物であり、大地震時にはそれに応じた地盤状況を維持することは設計の条件として考えられるため、液状化対策を行うこととする。

液状化対策は標準貫入試験におけるN値の向上にも期待できると考えられ、液状化対策地盤を支持層とした直接基礎の可能性も考えられる。杭基礎も含めて、実施設計にて比較検討を行う必要がある。

(4) エキスパンションジョイントについて

ホール部分の遮音性向上を一番の目的として、エキスパンションジョイントを想定している。構造的にもこのエキスパンションジョイントを利用することを前提とするが、実施設計にて更なる精査をしていく。

(5) 耐震構造と免震構造

本施設では、耐震構造と免震構造との比較を行い、財政面および防災拠点としての機能を考慮したうえで、耐震構造とする。

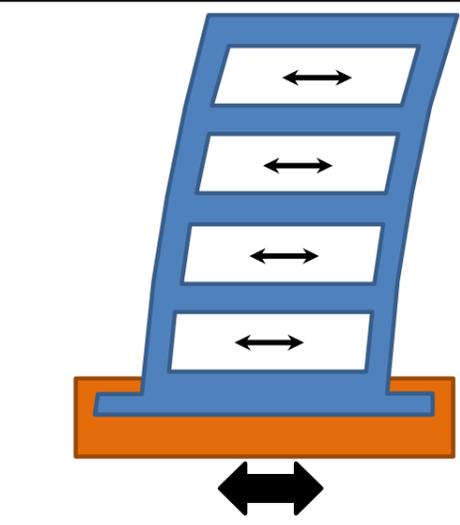
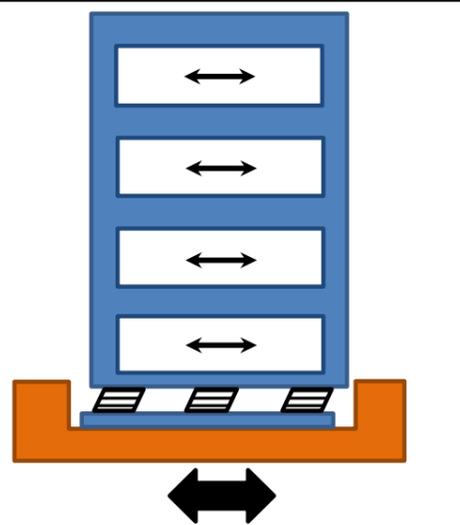
	耐震	免震
概要	構造体を建築基準法の耐震基準に基づき設計します。柱梁部材の粘り強さや、ブレースや耐震壁等の強度に期待して、耐震性能を確保します。国土交通省の仕様では、重要度係数を1.5とすることで、防災拠点としての耐震性能を確保する事を目標としています。	建物と地盤の間に免震装置を設置することで地盤から伝わる地震力を構造体に伝わりにくくします。その結果、構造体に伝わる地震力は小さくなるため、構造体の損傷をなくす事が可能になり、高い耐震性能を発揮します。
概念図		
地震時の揺れ方	地震を構造体全体で受け止めるため、地震動がダイレクトに増幅された揺れ方をします。	地震が9割方免震層で吸収されるため、免震層部分が大きくゆっくり揺れます。
総評	<ul style="list-style-type: none"> 比較的安価な防災拠点建物となります。 確認申請+適判対応のみで可能です。 耐震要素の配置がプラン計画にも影響を及ぼす可能性があります。 什器・備品等の転倒防止対策が必要です。 	<ul style="list-style-type: none"> 高い耐震性能をもった建物となります。 什器・備品等の転倒の恐れが小さくなります。 免震層が必要となるため、躯体コストに大きな影響を与えます。 免震層が必要となるため、施工工期が長くなります。 性能評価、大臣認定対応により設計期間が長くなります。
本計画では、財政面も考慮し、耐震構造を採用した上で、重要度係数を1.5とすることで、防災拠点としての機能も十分に確保したいと考えています。		

図-1 耐震構造と免震構造

3) 構造計算ルート

構造計算ルートについては、重要度係数1.5を考慮したルート3を想定するが、ルート1及びルート2を採用する場合は、必要壁量に重要度係数1.5を考慮して二次設計を行うこととする。

4) 地盤状況および基礎計画

(1) 地盤状況

2016年度地盤調査は以下の通りとなっている。

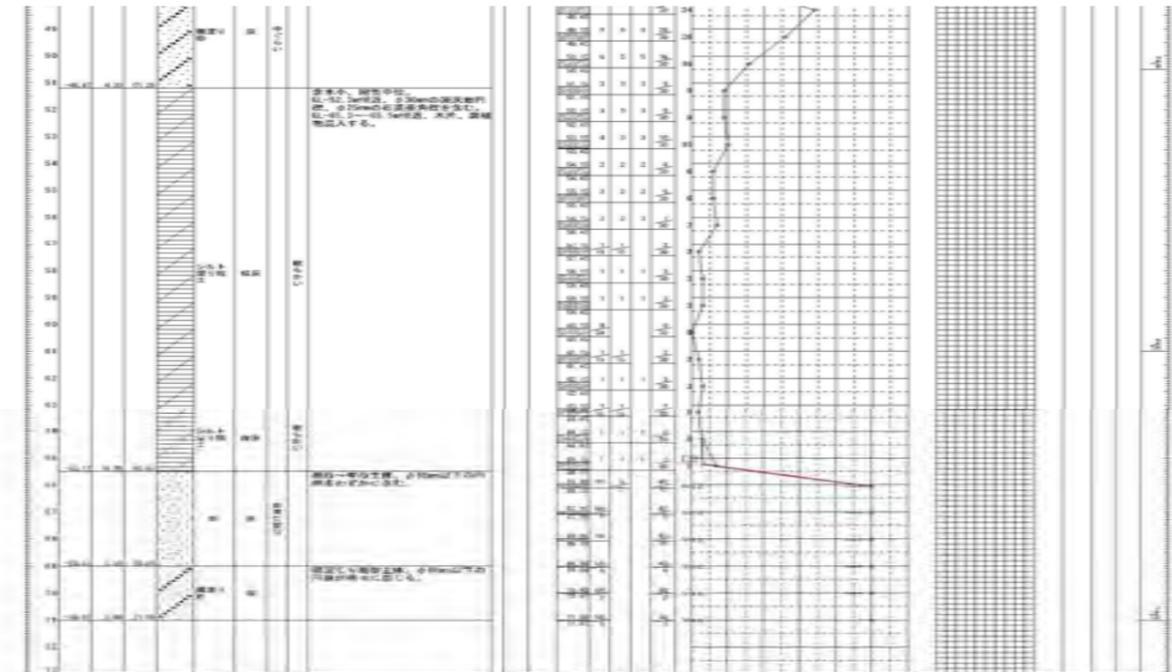
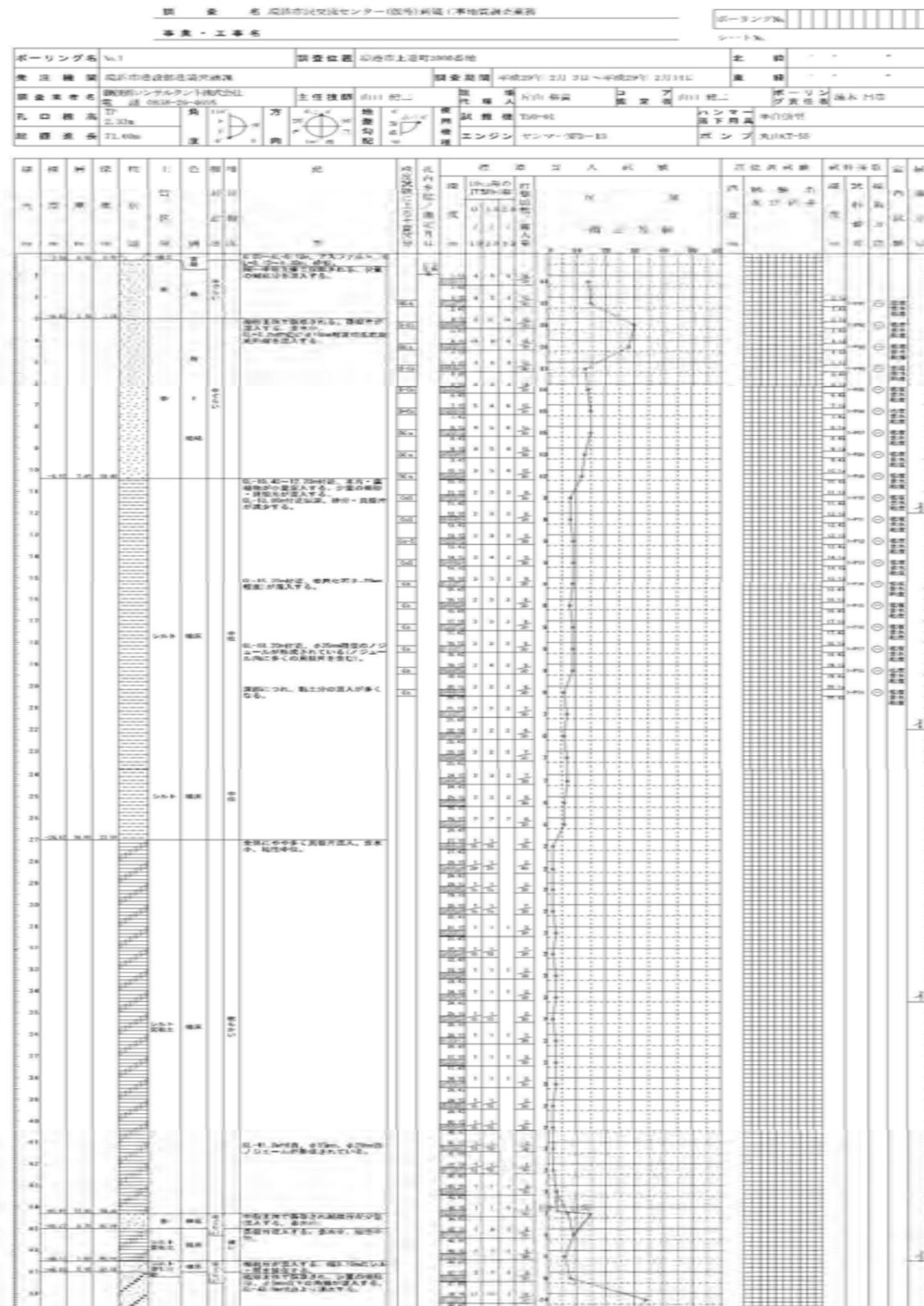


図-2.1 柱状図(1)

支持層はGL-66m以深まで出現しないと考えられる。途中GL-48m付近でN値の上昇が見られるが、建物を支持しえるほどのN値および層厚の出現とはなっていない。

GL-11m付近まではN値10以上の砂層となっている。この砂層を支持層とした摩擦杭も考えられるが、液状化の可能性も高いと考えられることから、地盤改良を行い、それによる支持力の増大に期待することも一つの支持方式として考えられる。

図-3.1、3.2に2016年度中に行った液状化簡易判定結果について示す。

図-3.1は200gal時、図-3.2は350gal時の液状化簡易判定を示す。これらより、中小地震時には液状化の可能性は低いものの、大地震時にはGL-5.0~10mまでの間で液状化の可能性が高いという結果になった。

本施設は防災拠点および避難施設と位置づけられていることから、建物直下は液状化対策を行い、大地震時においても安定した地盤状況となる様にする事が望ましいと考えられる。

以上は、2016年度の地盤調査資料により考察されているものであり、2017年度に実施予定の地盤調査結果により、より適切な対策、工法への変更の可能性はあるものとする。

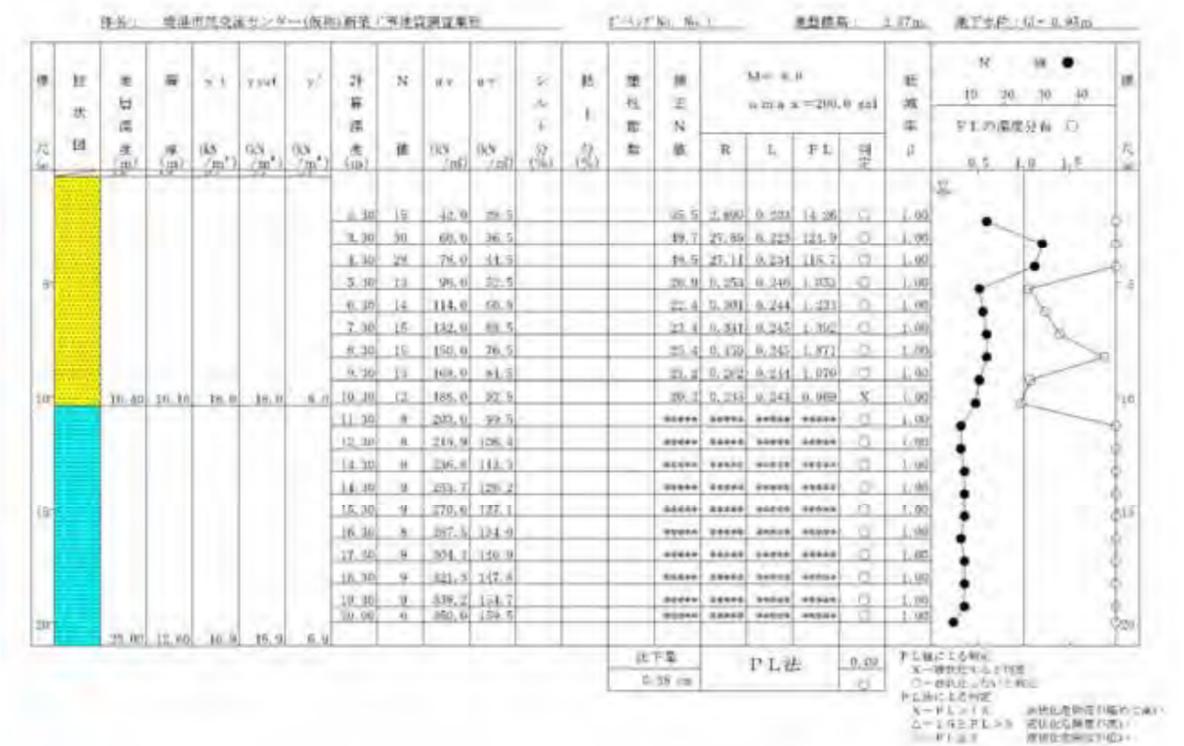


図-3.1 液状化簡易判定 (200gal)

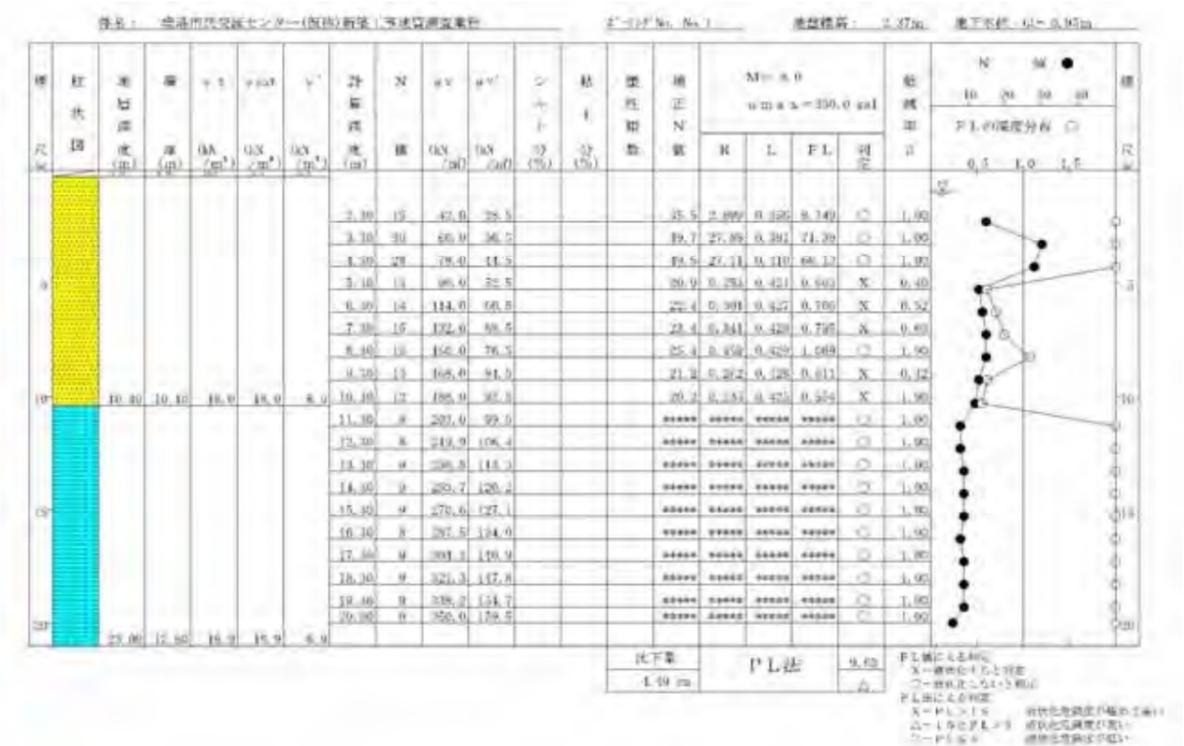
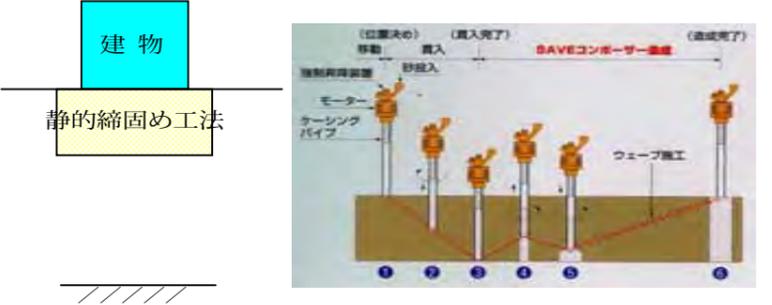
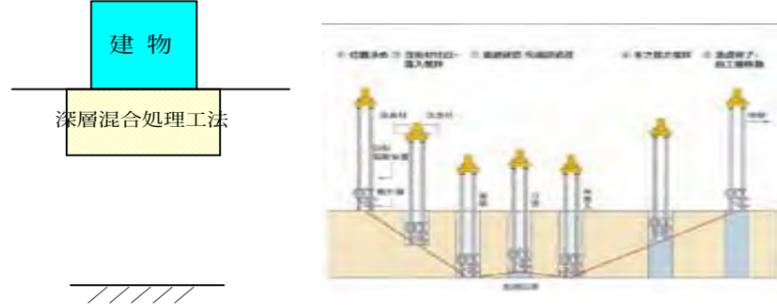
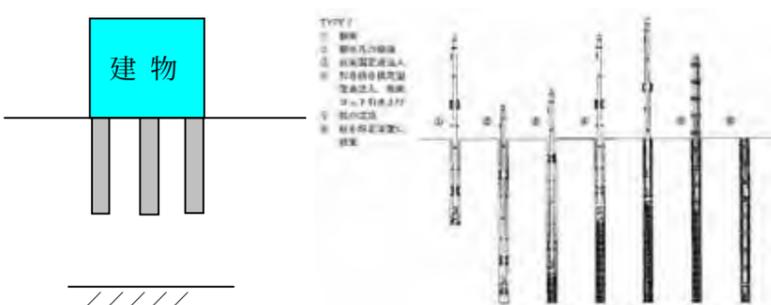


図-3.2 液状化簡易判定 (350gal)

(2) 基礎計画

本施設の地盤は、GL-11mまで砂層があり、2016年度調査では大地震時に液状化の発生が懸念される。液状化対策と基礎計画について考察する。

基礎工法	静的締固め砂杭工法	深層混合処理工法	プレボーリング根固め工法（大臣認定工法）
概要	液状化対策および支持力の増大として静的締固め砂杭工法を採用する基礎構造。静的締固め砂杭工法とは、強制昇降装置を用いたオーガモーターによる回転圧入により地盤中に砂杭を造成する地盤改良工法。従来のSCP工法のように振動機を使わずに静的に細かく締固めを行い、砂の圧入効果によって密度の増大を図る。	液状化対策および支持力の増大として深層混合処理工法を採用する基礎工法。深層混合処理工法とは、地盤中にセメントスラリーをポンプ圧送により供給し、攪拌翼で原地盤と強制的に攪拌混合して固化体を造成する工法。固化体を格子状に配置することで地震時に地盤のせん断変形を抑制して格子内未改良土の液状化を防止する。	先端支持力係数 α が小さく、杭周の摩擦力に支持力を頼る。境港市付近での採用実績もあると思われる。
概略図			
原理	液状化対象地盤の密度（N値）増大	地盤のせん断変形の抑制 液状化対象土の固結	先端根固め液と杭周辺固定液による支持力発現
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 液状化対策として最も実績の多い工法。 改良後の増加したN値を用いて地盤の支持力、沈下量を算定することが可能。 杭基礎と併用する場合、改良後のN値を用いた経済設計が可能。 既存杭などを避けて施工することが可能であることから、既存杭を残置したままでの施工が可能。 地域産出の材料（砂・碎石）を使うことで地域活性化に繋がる。 施工時に周辺地盤に水平・鉛直変位が若干発生するため近接施工の場合、別途対策が必要。 細粒分が多い地盤やN値の小さい地盤では、改良率が高くなり不経済となる。 盛り土が発生するため、処分費（基本的に一般残土）を計上する必要がある。 施工機が大きいため狭隘な敷地等では施工不可能な場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力の増大としては最も実績が多い。液状化対策としての実績は締固め工法と比べると少ない。 格子状に改良した地盤の上に基礎を構築することで直接基礎として設計することができる。 締固め工法よりは荷重度の大きい建物を支持することが可能。 適切なセメント配合により添加量を少なくできることからコストダウンが可能。 セメント混じりの盛り土が発生するため、処分費（基本的に産業廃棄物扱い）を計上する必要がある。 周辺に飲料水として使用している水源などがある場合、適用できない場合がある。 大地震時の設計は、高度な設計が要求される可能性がある。 既存杭がある場合、それを避けるか撤去して施工する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化地盤で採用する場合は、液状化対策との併用も考える必要がある。 大臣認定取得工法などが多く、信頼性が高い。 既存杭がある場合、それを避けるか撤去して施工する必要がある。
考察	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の恐れのある層がGL-11m付近までなので、液状化を考慮した長尺な杭基礎より経済的になる可能性がある。 液状化対策することで、直接基礎で設計の可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の恐れのある層がGL-11m付近までなので、液状化を考慮した長尺な杭基礎より経済的になる可能性がある。 当該敷地が液状化しない場合でも基礎地盤の設計として可能性がある。 事前に周辺の水源への影響を検討しておく必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的に液状化対策ではない。また液状化層では杭周面摩擦の確保が出来なくなるため、水平力の設計の際には配慮が必要になる。

2016年度の地盤調査から想定される基礎工法については、上記の3工法が有力と考えられる。2017年度の地盤調査を通して、実施設計においては他の工法も含めて、さらに精査していくこととする。