

### 三章 耐震性能評価

#### 3-1 耐震性能評価の方針

##### (1) 耐震性能評価手法

耐震性能を評価する際に用いる耐震性能評価手法については、「重要文化財（建造物）耐震診断指針」に準拠した診断とする。当該指針において具体的な診断方法として「重要文化財（建造物）耐震予備診断実施要領」および「重要文化財（建造物）耐震基礎診断実施要領」が示されているが、予備診断実施要領については所有者による実施を想定したものであるため、「重要文化財（建造物）耐震基礎診断実施要領」（以降：基礎診断実施要領）を参照する。ただし、基礎診断実施要領では、建築物の構造特性に応じた適切な方法の例として下記が挙げられるほか、その他の診断方法の適用を制限するものではないため、上記以外の手法として「重要文化財（建造物）耐震診断・耐震補強の手引」に記載されている手法を示す。なお、壁量計算法および許容応力度計算法による手法は、建物の変形状況を把握が非常に困難であることより、評価方法の選択から除外する。なお、柱の折損をはじめとする局所的な損傷、ねじれや水平構面を考慮した変形増大については別途検討が必要となる。

##### A) エネルギー一定則による方法

地震によって建造物に入力されるエネルギーと、建造物に変形することによって吸収するエネルギーは等しいとする考え方に基づいた方法。建物重量の 1.0 倍の水平力によるエネルギーを入力エネルギーとする。つぎに建物が限界変形に至るまでに蓄積できるエネルギー（保有限界エネルギー）を求め、保有限界エネルギーが入力エネルギーを上回ることを確認する。

長所：建物の剛性、耐力、変形能力を考慮した耐震性能の評価が可能。

短所：減衰性能、固有周期をはじめとする振動性状の評価が困難である。

##### B) 等価線形化法による方法（限界耐力計算）

建造物が有する復元力特性と建物重量から固有周期および減衰性能を求め、地盤の増幅を考慮した地震時に想定される応答スペクトルから建物に生じる最大変形を応答スペクトルから算出し、応答値が限界変形に収まっていることを確認する方法。入力される応答スペクトルは中地震動（稀に発生する地震）・大地震動（極めて稀に発生する地震）の 2 段階の応答スペクトルに対して検討を行う。建物の減衰を評価できるため、減衰性能を向上させるダンパー等の制震装置の効果が評価できる。

長所：建物の剛性、耐力、変形能力、振動性状を考慮した耐震性能の評価が可能。

短所：計算が煩雑となる。

##### C) 保有水平耐力計算法

エネルギー一定則の考え方に基づく略式の方法で、建物重量の 1.0 倍の水平力に建築物の変形能力に応じた構造特性係数を乗じることにより、必要な耐力（必要保有水平耐力）を求め、建物の構造要素を考慮した、建物が倒壊に至る際の耐力（保有水平耐力）との比較を行い、保有水平耐力と必要保有水平耐力の比較を行うことにより耐震性能を評価する手法。精密診断法「日本建築防災協会：木造住宅の耐震診断と補強方法」に基づく方法。

長所：存在する耐震要素の累加により建物が有する耐力の評価が容易で、4 種類の評価方法の中で最も簡略的な手法。

短所：評価が耐力の比較であり、建物の変形状況を評価することが困難である。

#### D)時刻歴応答解析

検討用入力地震動を直接診断に用いて、建造物の変位・速度・加速度の応答波形を求める方法で、一般に超高層ビル設計などに用いられている。地震時の応答変形から求めた最大変形が限界変形を超えていないこと等を確認する。

長所：建物の地震時の挙動を実情に最も近い形で確認できる。3次元立体解析モデルによる解析を行うことにより、偏心、水平構面の剛性不足によるねじれや変形増大を把握しやすい。

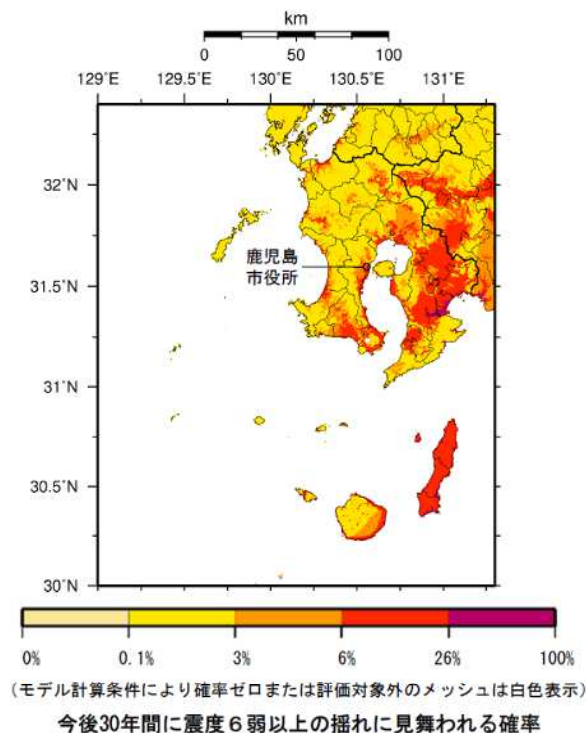
短所：解析の仮定条件や用いる入力地震動により解析結果のばらつきが大きい。計算が煩雑となる。

#### (2) 耐震性能評価手法の決定

鹿児島県立博物館考古資料館の主たる耐震要素は外壁の石造外壁で、エネルギー吸収能力、減衰性能はともに乏しく、目地部のせん断耐力、全体曲げ耐力等の耐力により耐震性能が支配される。そのため、靱性に期待する評価手法を用いることは不適切である。上記の理由より、本診断に用いる耐震診断手法はC) 保有水平耐力計算法とし、想定される水平力に対して建物が有する保有水平耐力が上回ることを確認する。また、補強計画においては考古資料館の歴史的、文化的価値を損なうことの無いよう、耐震要素配置に配慮した計画を図ることが重要である。なお、評価手法は、「社団法人 北海道建築技術協会編集、煉瓦造建築物の耐震診断規準；2015」を参照する。目標とする必要耐震性能は「重要文化財（建造物）耐震診断指針」における「安全確保水準」とし、大地震動時に倒壊せず、中地震動時に機能が維持できることとする。

#### (3) 表層地盤

地震調査研究推進本部事務局(文部科学省研究開発局地震・防災研究課)発表の資料によると考古資料館の近隣での地震被害としては大正3年(1914年)に発生した桜島噴火に伴うM7.1の地震がある。同事務局の発表している30年以内の震度6弱以上の地震発生確率は6%程度、震度5弱以上の地震発生確率は93.2%である。



防災科学技術研究所による地震ハザードステーション J-SHIS(<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>)によると、考古資料館周辺地盤は三角州、海岸低地に分類されるほか、国土地盤情報地震動検索サイト KuniJban

(<https://www.kunijiban.pwri.go.jp/viewer/>)に公開されている、近隣ボーリング柱状図（下図参照：鹿児島第3合同庁舎、考古資料館より北東約600m）より、GL-4.0m以深はシラス台地で、十分な支持力を有すると想定されるが、GL-4.0m以浅は礫混り砂質層、軽石混り砂質層、埋め土により構成されると推定される。表層地盤はN値が小さく、揺れが増幅されやすい地盤と推定される。そのため表層地盤は、平成12年建設省告示第1457号に基づき、第2種地盤として検討する。なお、建築基準法による鹿児島市の地域係数は0.8とされているが、近年頻発する地震の発生状況を考慮し、地域係数による入力地震動の低減は行わず、 $Z=1.0$ として検討を行う。

前述の通り、当該敷地は砂質系の表層地盤であるため、経年により考古資料館の周辺地盤は比較的安定しているものと想定されるため、改修に際して、基礎下の地盤の過度の振動を与えることは不適切であると考えられる。



# ボーリング柱状図

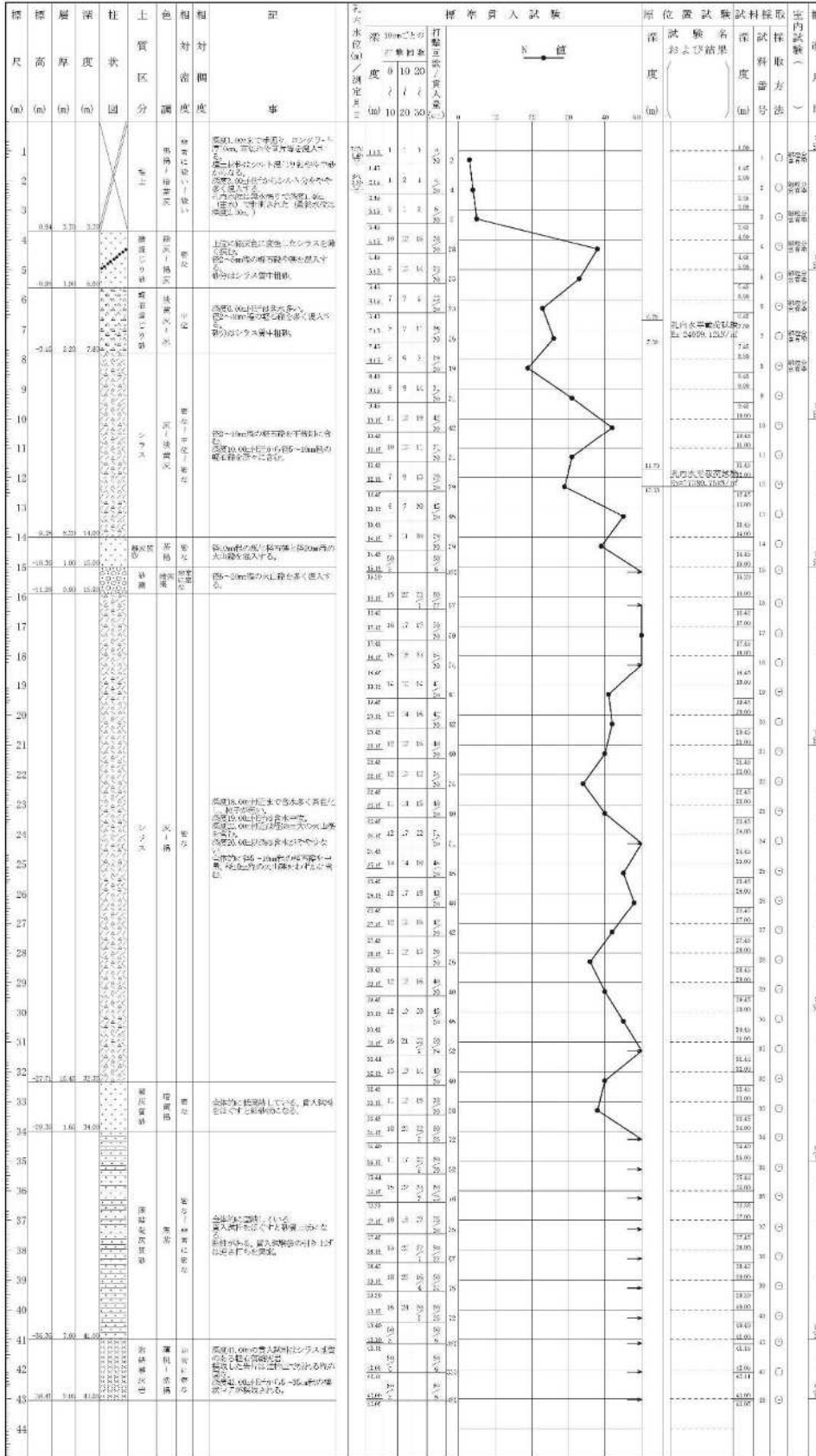
調査名 鹿兒島第3合同庁舎(28)敷地調査業務

ボーリングNo 47305414001

事業・工事名

シートNo 001

ボーリング名	No. 1	調査位置	鹿兒島県鹿兒島市山下町13番21号	北緯	31° 35' 51.7600"
発注機関	九州地方整備局 鹿兒島管区事務所		調査期間	平成 28年 7月 26日 ~ 28年 8月 3日	
調査業者名	主任技師		現場代理人	コアア 確定者	
ボーリングNo	47305414001		試錐機	鹿邦製 D0-D型	
孔口標高	4.94m		エンジン	マンマー製 NFD-9型	
総掘進長	43.00m		ハンマー	落下用具	
角	130° 90°		ポンプ	半自動落下型	
方	270° 180°			市川製 EG-3C型	





# ボーリング柱状図

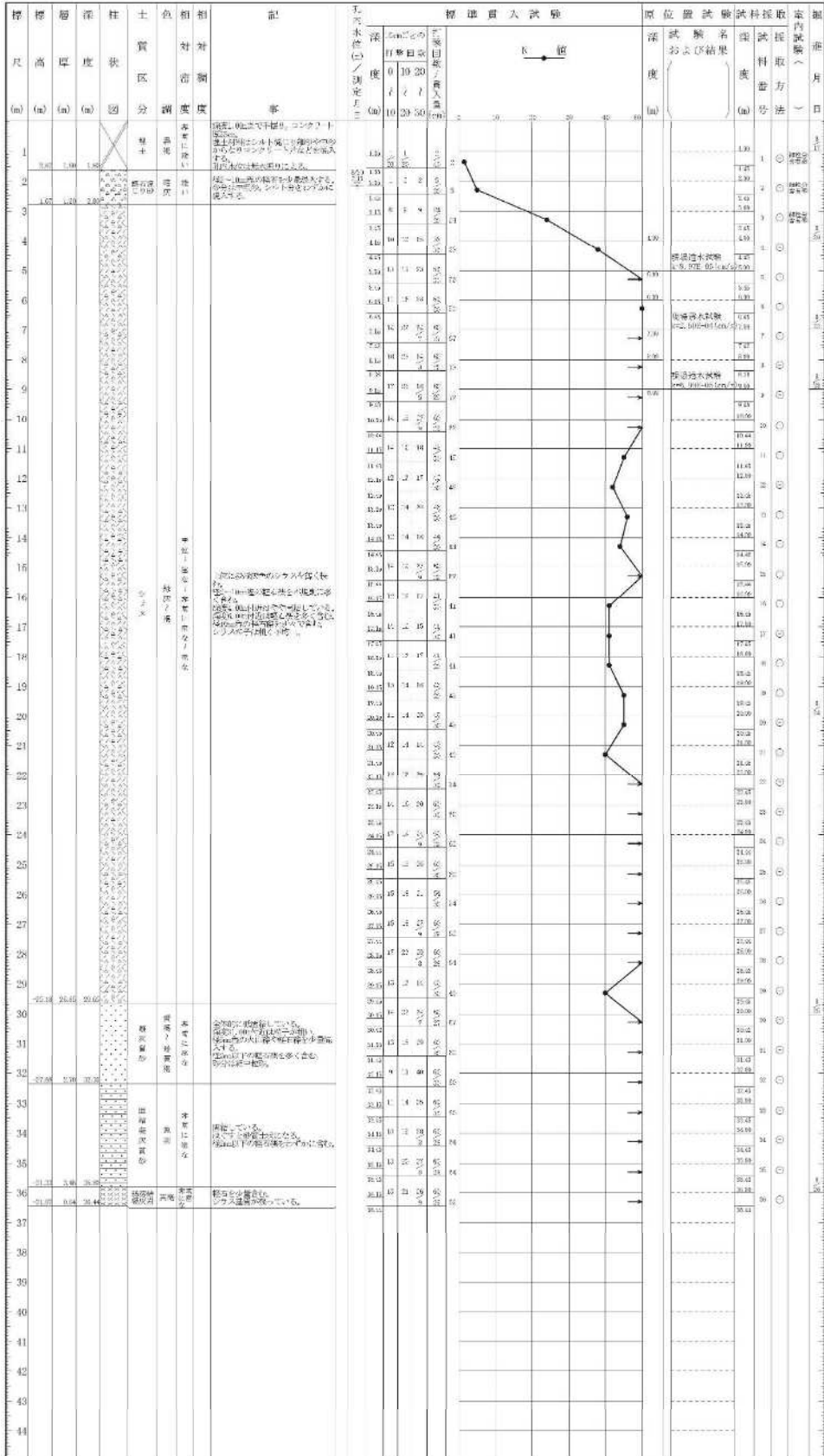
調査名 鹿児島第3合同庁舎(28)敷地調査業務

ボーリングNo 47303414002

事業・工事名

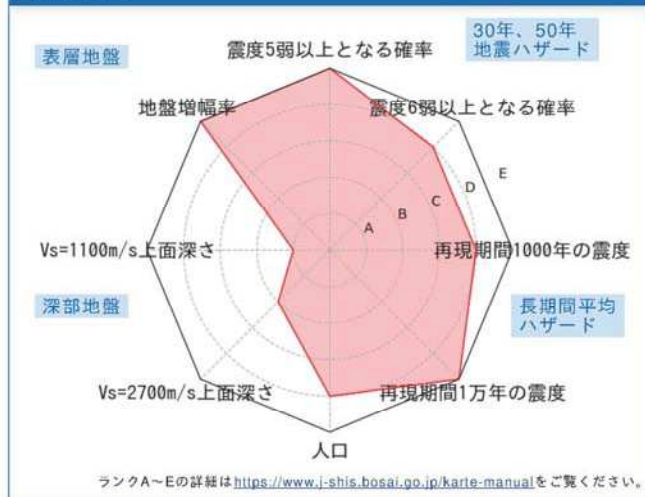
シートNo 002

ボーリング名	No. 2	調査位置	鹿児島県鹿児島市山下町13番21号	北緯	31° 35' 49.9800"
発注機関	九州地方整備局 鹿児島管轄事務所		調査期間	平成 28年 8月 17日 ~ 28年 8月 26日	
調査業者名	主任技師		視場代理人	コ	ア
孔口標高	4.47m	角	180°	90°	ボーリング責任者
総掘進長	36.41m	方	170°	90°	ハンマー
		地盤勾配	約 1%		落下用具
		使用機種	エンジン	ヤンマー製 NFD-9型	ポンプ
		試錐機	東邦製 00-0型		東邦製 BG-3C型



	メッシュコード 4730341413	中心緯度、経度 31.5948N,130.5516E	住所 鹿児島県鹿児島市照国町 付近	標高 9m	メッシュ内人口 400~450人
--	-----------------------	-------------------------------	----------------------	----------	---------------------

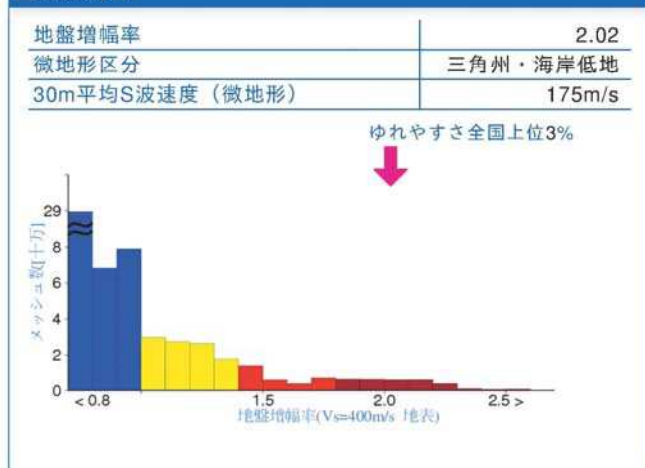
総合評価



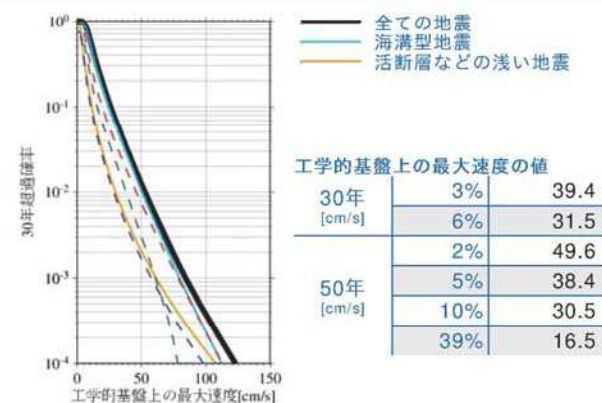
30年、50年地震ハザード

超過確率の値[%] 今後30年間にある震度以上の揺れに見舞われる確率の値です。	30年	震度5弱	93.2
		震度5強	55.2
震度の値 今後30年または50年間にある値以上の確率で見舞われる震度の値です。	30年	3%	6弱(5.9)
		6%	6弱(5.8)
50年	30年	2%	6強(6.1)
		5%	6弱(5.9)
		10%	6弱(5.7)
		39%	5強(5.3)
地表の最大速度の値[cm/s] 今後30年または50年間にある値以上の確率で見舞われる地表の最大速度の値です。	30年	3%	79.6
		6%	63.8
	50年	2%	100.4
		5%	77.7
10%	61.6		
	39%	33.4	

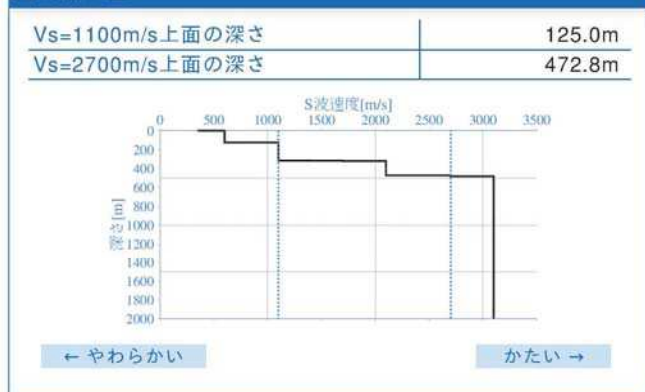
表層地盤



ハザードカーブと影響地震



深部地盤



震度6弱以上の影響度ランキング

No.	地震名	震度6弱以上の影響度[%]
1	フィリピン海プレートのプレート間及びプレート内の震源を予め特定しにくい地震	43.9
2	南海トラフ沿いで発生する大地震	28.1
3	陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震	19.9

長期間平均ハザード

500年相当	6弱(5.7)
1000年相当	6弱(5.9)
5000年相当	6強(6.2)
1万年相当	6強(6.4)
5万年相当	7(6.6)
10万年相当	7(6.7)

震度の値  
長期間の再現期間に対応する震度の値です。

(3) 積雪荷重

鹿児島市は、建築基準法施行細則により、一般区域に分類され、垂直積雪量が30cmであるため、積雪

荷重による地震力への影響は小さいとし、検討を省略する。

#### (4) 風荷重

考古資料館は、台風時などに大きな風荷重を受けることが想定される。診断においては耐震診断のほか、風荷重に対しても建物が有する復元力が上回ることを確認する。風荷重検討の際に用いる基準風速は、38m/s とし、地表面粗度区分はⅢとする。

#### (5) 歴史的価値

考古資料館は創建当初の意匠を十分に残した歴史的価値の高い建物である。歴史的、文化財的、意匠的価値を損なうことのないように、構造補強設計、耐震補強設計、防火・避難計画を検討する。

#### (6) 建設時の技術、工法

外壁の石材のほか、内部を構築する軸部は木造架構、小屋組は真束による洋小屋を主体とした架構である。耐震性の向上、重量を軽減するために当時の最新技術、工法が採用されたとされている。これらは、構造、意匠的観点双方において重要であり、これらを生かした補強、改修を行うことを前提とする。