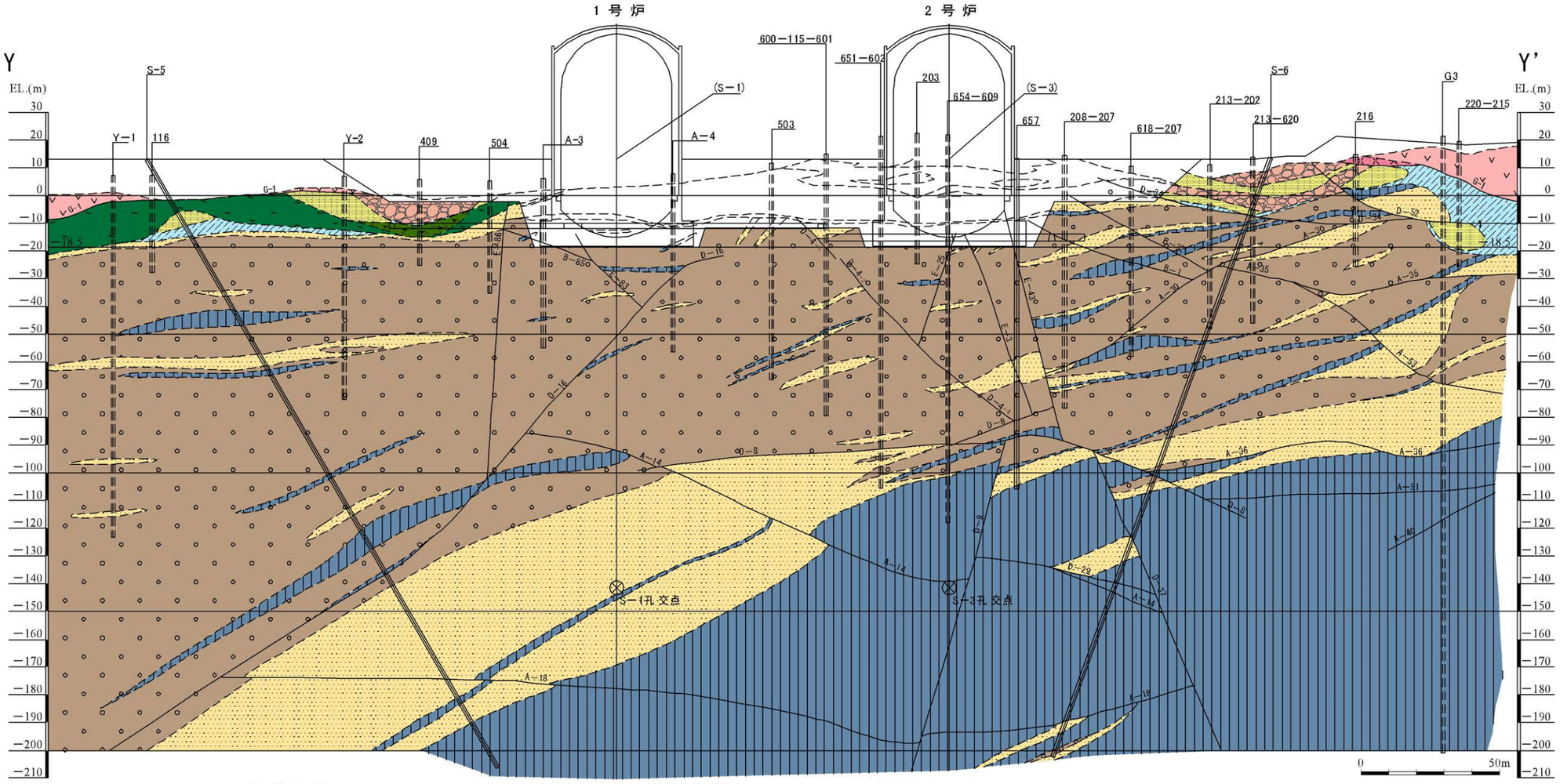


地質凡例

地質時代			地層名	地質	
新生代	第四紀	完新世	盛土		礫、砂、シルト等
		更新世	第四系	海浜堆積物、沖積層、砂丘堆積物等	
	新第三紀	鮮新世	火砕流堆積物		溶結凝灰岩
			北薩火山岩類Ⅱ（輝石安山岩類）		安山岩溶岩
					火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩
			みやま層		凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩、凝灰質礫岩
中生代	白亜紀	後期	混在岩		礫岩岩塊
					砂岩岩塊
					石灰岩岩塊
					泥質岩基質
		前期	川内層 上部層		粘板岩
					砂岩
			川内層 下部層		粘板岩
					砂岩
					礫岩
	ジュラ紀		変はんれい岩類※		変はんれい岩類の破砕部
					変はんれい岩類

※ 変はんれい岩類を構成する各岩石が形成された時代は古生代。ただし、蛇紋岩は時代不詳。

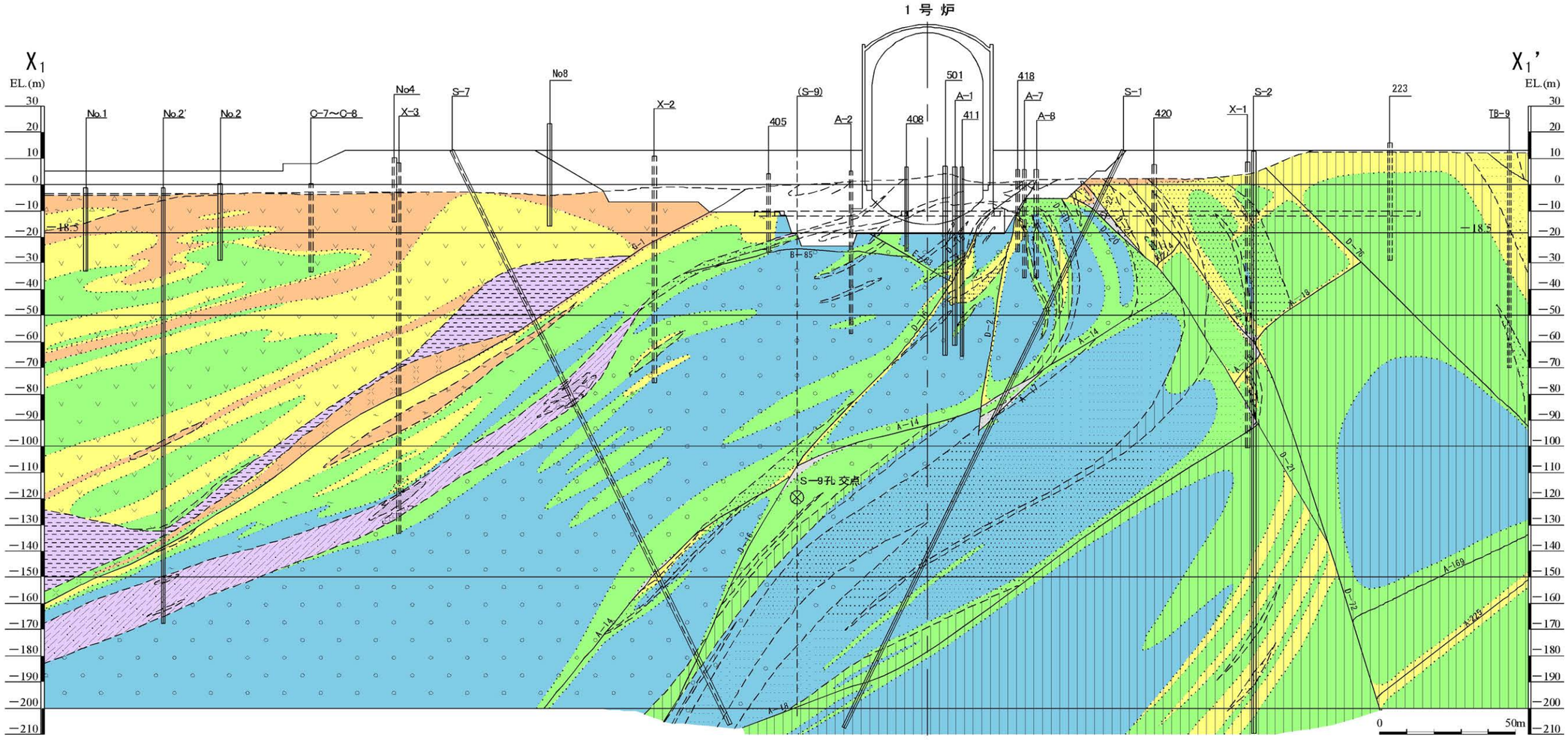
記号凡例

- ボーリング（孔壁）
- ボーリング（孔壁）（投影）
- 試掘坑
- 試掘坑（投影）
- 地質境界線
- 断層

第 7.3.5.11 図（3）　地質鉛直断面図（Ｙ－Ｙ’断面）

：防護上の観点から公開できません

第 7.3.5.12 図　水平岩盤分類図（EL.－18.5m）



凡　例

【岩種・岩級による岩盤分類】

地層名		地質	（岩種）	（岩級）
火砕流堆積物		溶結凝灰岩		B, CH級
北薩火山岩類Ⅱ（輝石安山岩質）		安山岩溶岩		CM級
		火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩		CL級
久見崎層	上部層	頁岩		D級
		砂岩		
		礫岩		
	下部層	頁岩		
		砂岩		
		礫岩		
川内層	上部層	粘板岩		
		砂岩		
		礫岩		
	下部層	粘板岩		
		砂岩		
		礫岩		
変はんれい岩類		変はんれい岩類の破砕部		
		変はんれい岩類		

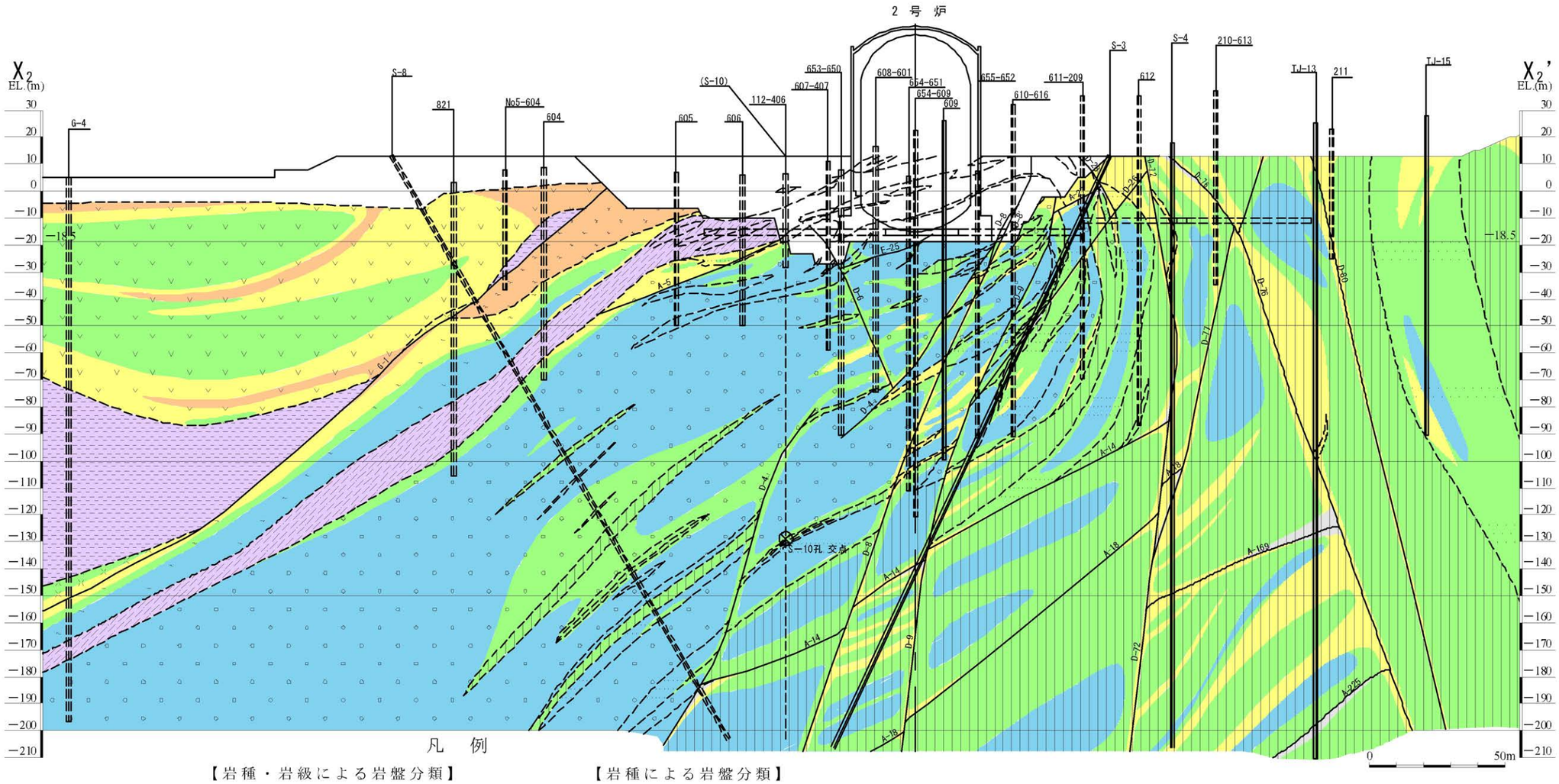
【岩種による岩盤分類】

地層名	地質
みやま層	凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩、凝灰質礫岩
北薩火山岩類Ⅰ（角閃石安山岩質）	軽石質凝灰角礫岩
	火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩
	砂岩、礫岩
混在岩	礫岩岩塊
	砂岩岩塊
	石灰岩岩塊
	泥質岩基質

【その他】

断層（破砕部を含む）
埋戻土
孔番 ボーリング
孔番 ボーリング（投影）
試掘坑
試掘坑（投影）
地質境界線
岩級境界線

第 7.3.5.13 図（1）　鉛直岩盤分類図（X_1－X_1'断面）



凡　例

【岩種・岩級による岩盤分類】

（岩種）　（岩級）

地層名		地質
火砕流堆積物		溶結凝灰岩
北薩火山岩類Ⅱ（輝石安山岩質）		安山岩溶岩
		火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩
久見崎層	上部層	頁岩
		砂岩
		礫岩
	下部層	頁岩
		砂岩
		礫岩
川内層	上部層	粘板岩
		砂岩
		礫岩
	下部層	粘板岩
		砂岩
		礫岩
変はんれい岩類		変はんれい岩類の破砕部
		変はんれい岩類

B，CH級
CM級
CL級
D級

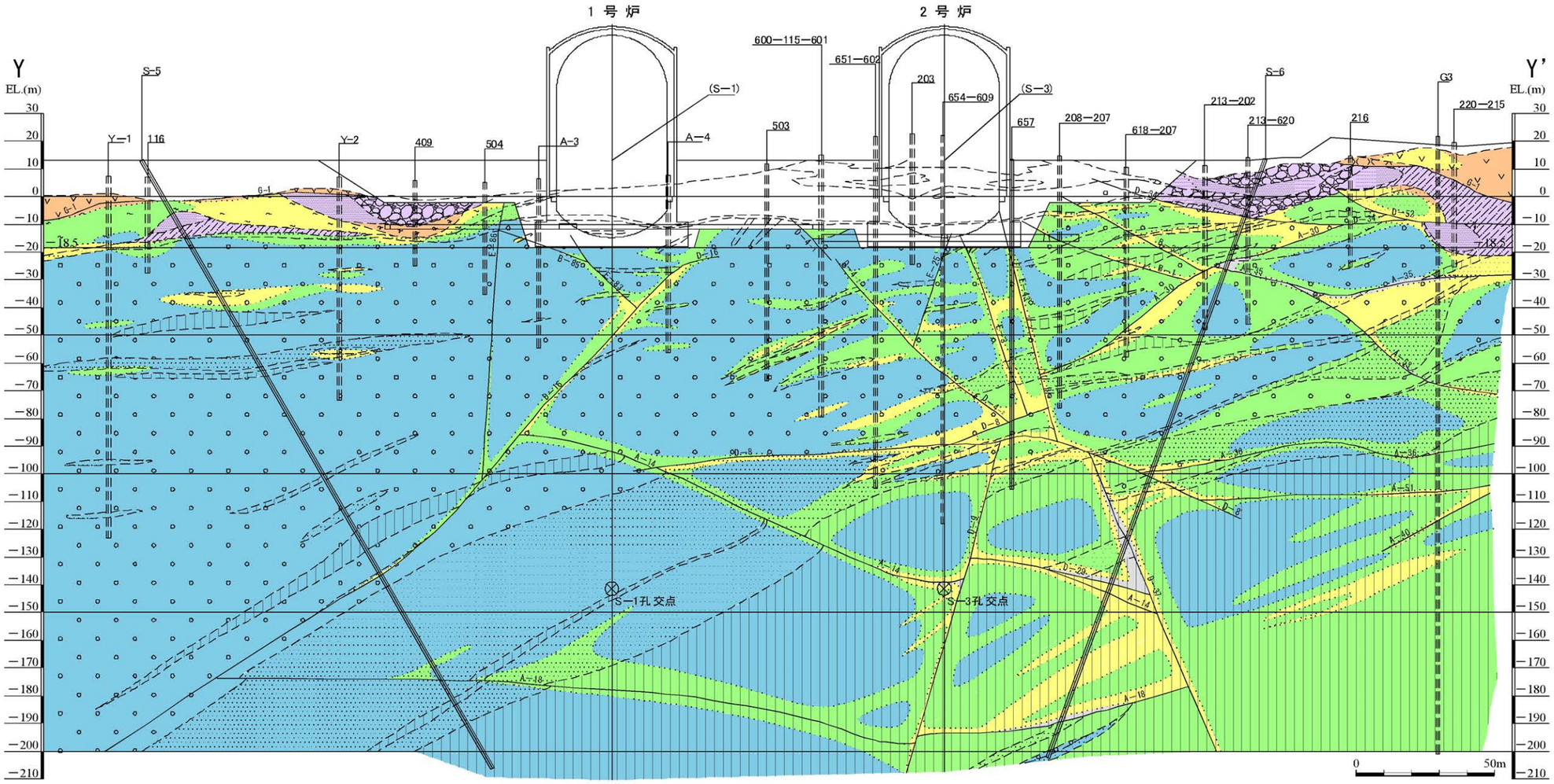
【岩種による岩盤分類】

地層名	地質
みやま層	凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩、凝灰質礫岩
北薩火山岩類Ⅰ（角閃石安山岩質）	軽石質凝灰角礫岩
	火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩
	砂岩、礫岩
混在岩	礫岩岩塊
	砂岩岩塊
	石灰岩岩塊
	泥質岩基質

【その他】

断層（破砕部を含む）
埋戻土
孔番 ボーリング
孔番 ボーリング（投影）
試掘坑
試掘坑（投影）
地質境界線
岩級境界線

第 7.3.5.13 図（2）　鉛直岩盤分類図（X_2－X_2'断面）



凡　例

【岩種・岩級による岩盤分類】

（岩種）

地層名		地質
火砕流堆積物		溶結凝灰岩
北薩火山岩類Ⅱ（輝石安山岩質）		安山岩溶岩
		火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩
久見崎層	上部層	頁岩
		砂岩
		礫岩
	下部層	頁岩
		砂岩
		礫岩
川内層	上部層	粘板岩
		砂岩
		礫岩
	下部層	粘板岩
		砂岩
		礫岩
変はんれい岩類		変はんれい岩類の破砕部
		変はんれい岩類

（岩級）

- B，CH級
- CM級
- CL級
- D級

【岩種による岩盤分類】

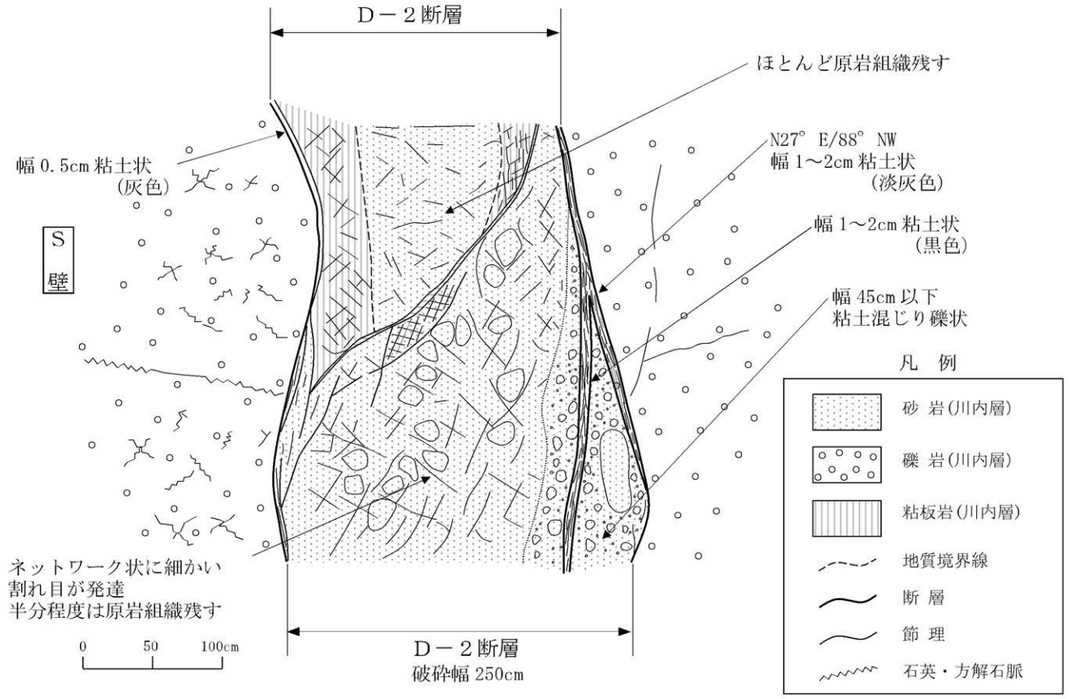
地層名	地質
みやま層	凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩、凝灰質礫岩
北薩火山岩類Ⅰ（角閃石安山岩質）	軽石質凝灰角礫岩
	火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩
	砂岩、礫岩
混在岩	礫岩岩塊
	砂岩岩塊
	石灰岩岩塊
	泥質岩基質

【その他】

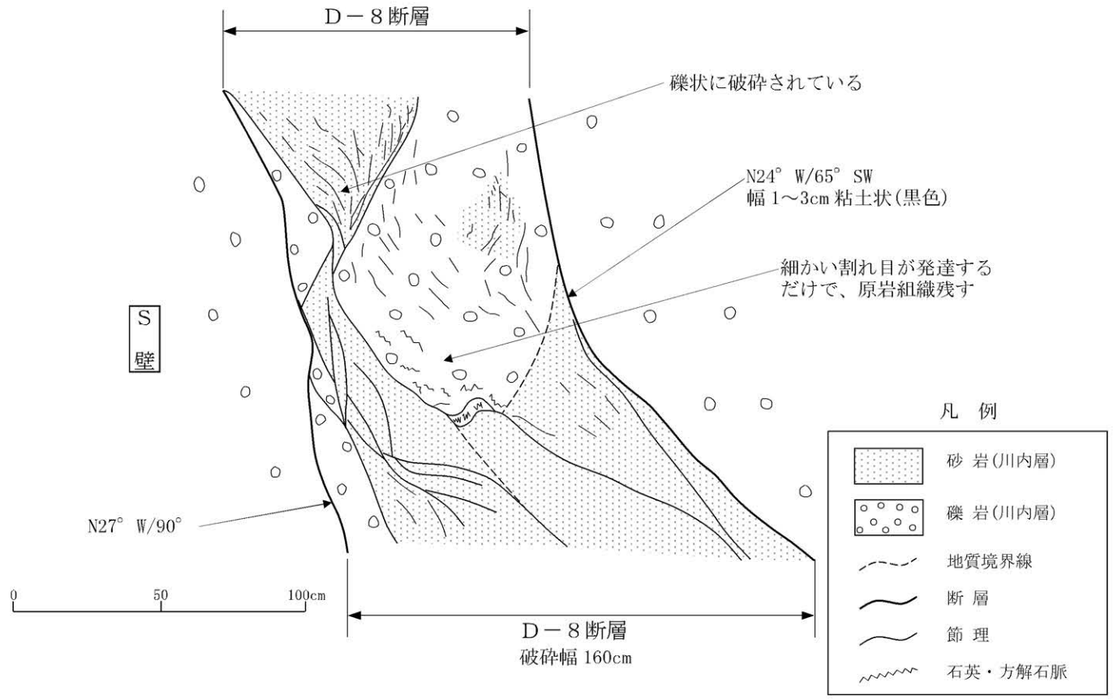
- 断層（破砕部を含む）
- 埋戻土
- 孔番 ボーリング
- 孔番 ボーリング（投影）
- 試掘坑
- 試掘坑（投影）
- 地質境界線
- 岩級境界線

第 7.3.5.13 図（3）　鉛直岩盤分類図（Y－Y'断面）

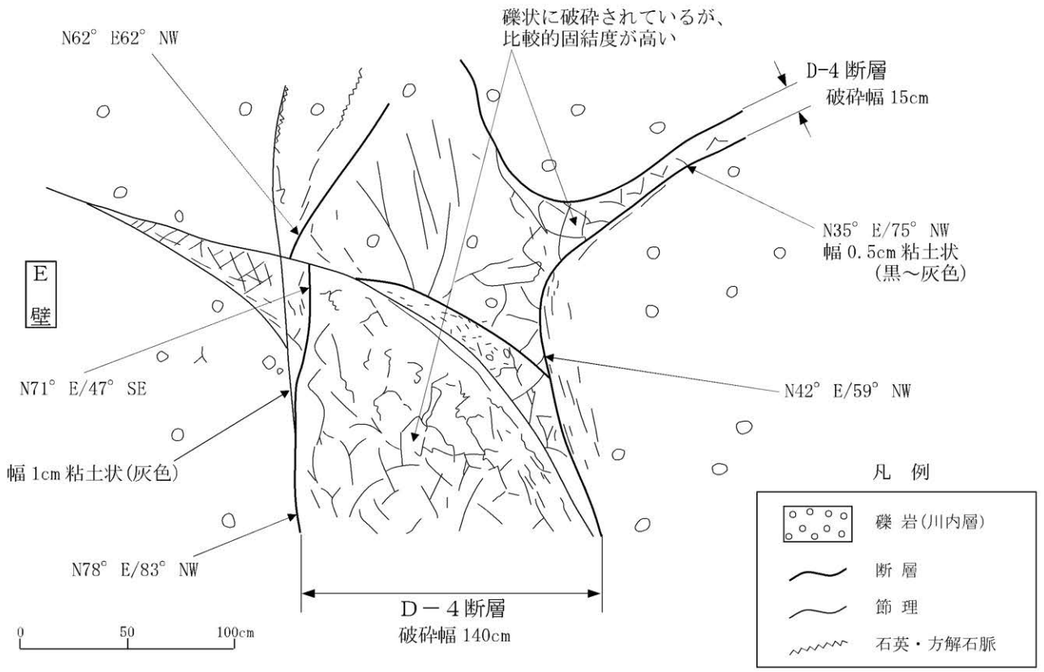
Ｄ－２断層（１号炉試掘坑　本坑　36～40m　Ｓ壁）



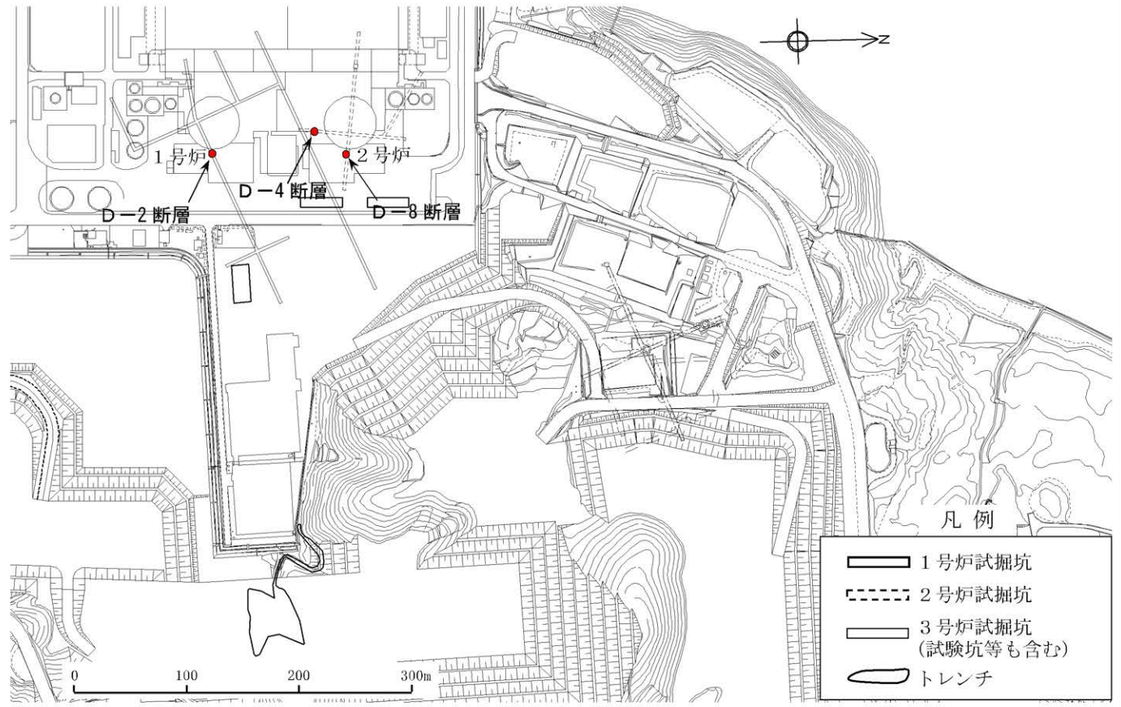
Ｄ－８断層（２号炉試掘坑　Ｗ－Ｅ坑　111～114m　Ｓ壁）



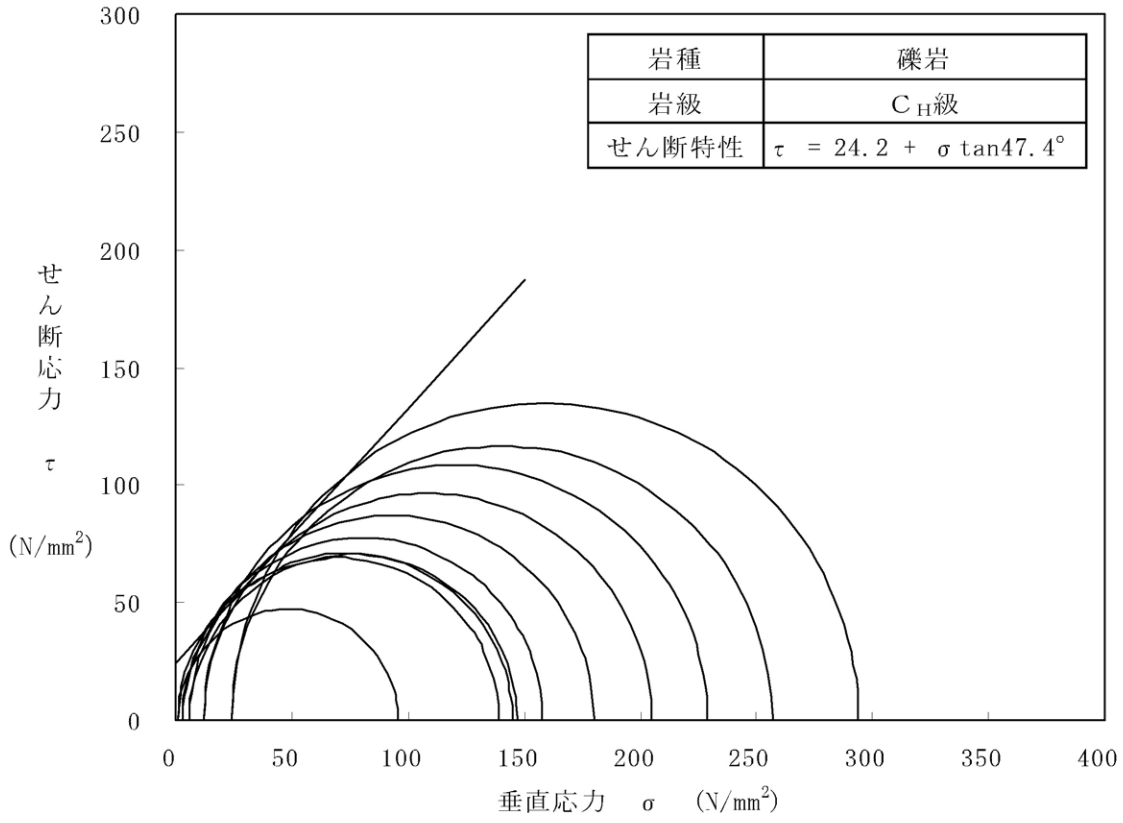
Ｄ－４断層（２号炉試掘坑　Ｎ－Ｓ坑　80～83m　Ｅ壁）



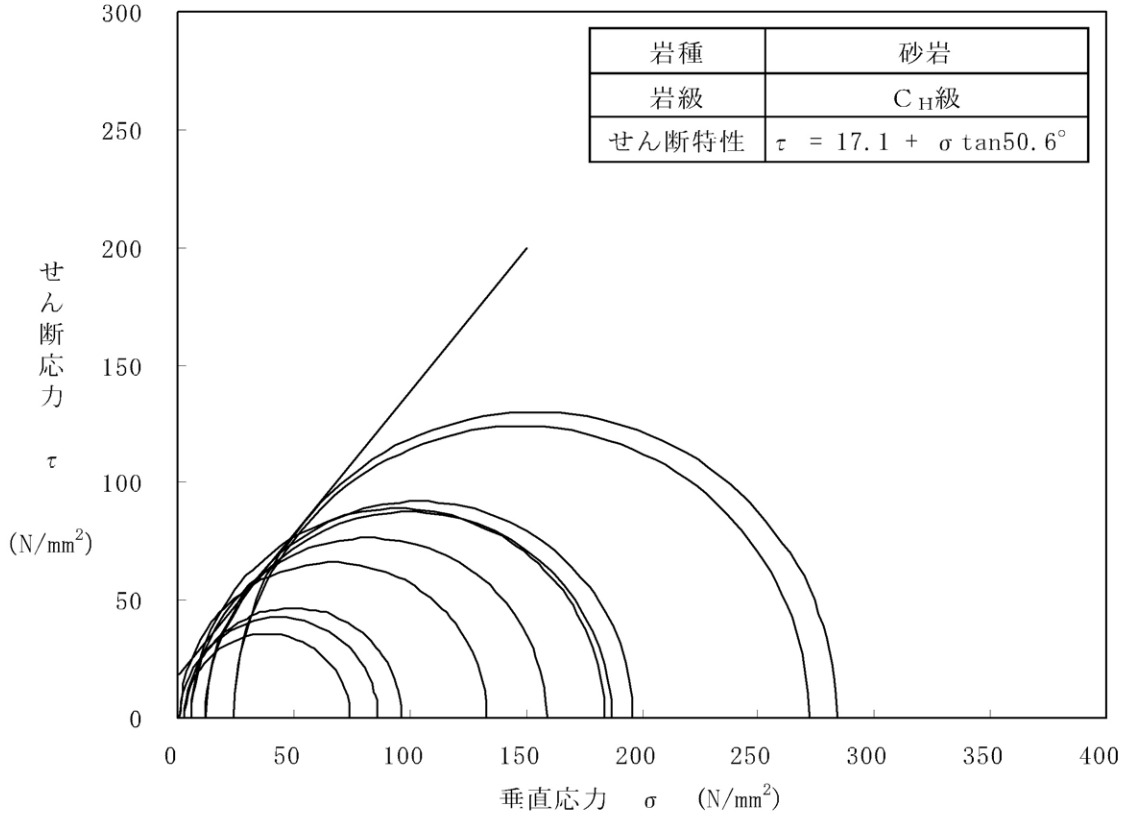
スケッチ位置図



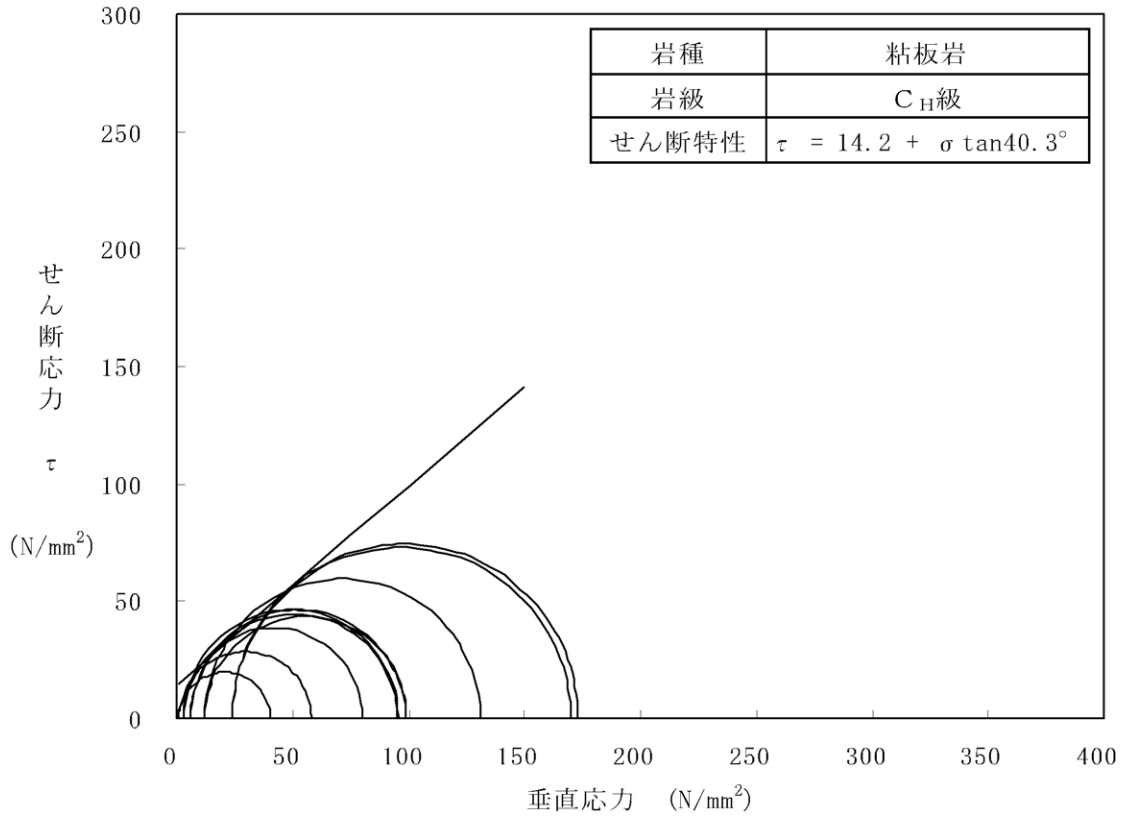
第 7.3.5.14 図　断層詳細スケッチ（Ｄ－2、4、8 断層）



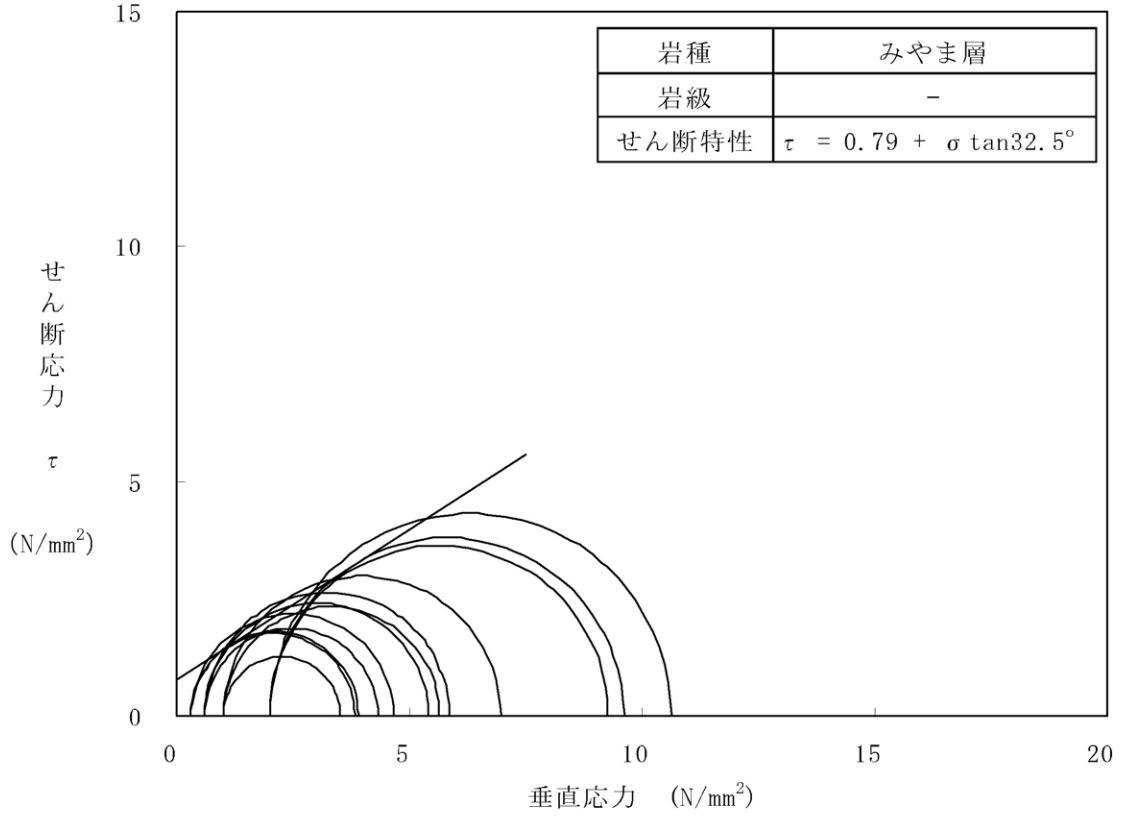
第 7.3.5.15 図 (1)　三軸圧縮試験結果（礫岩 C H 級）



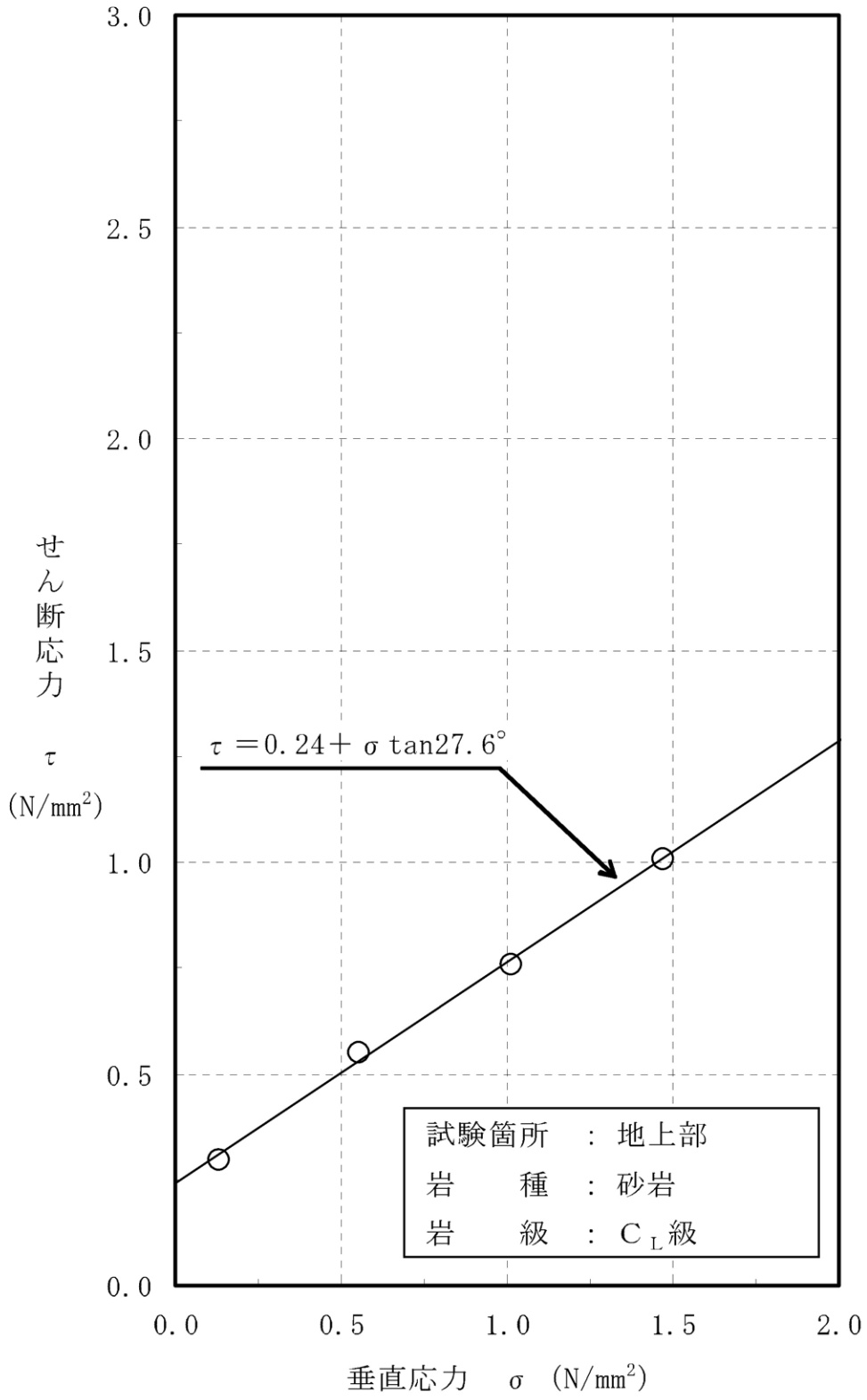
第 7.3.5.15 図 (2)　三軸圧縮試験結果（砂岩 C H 級）



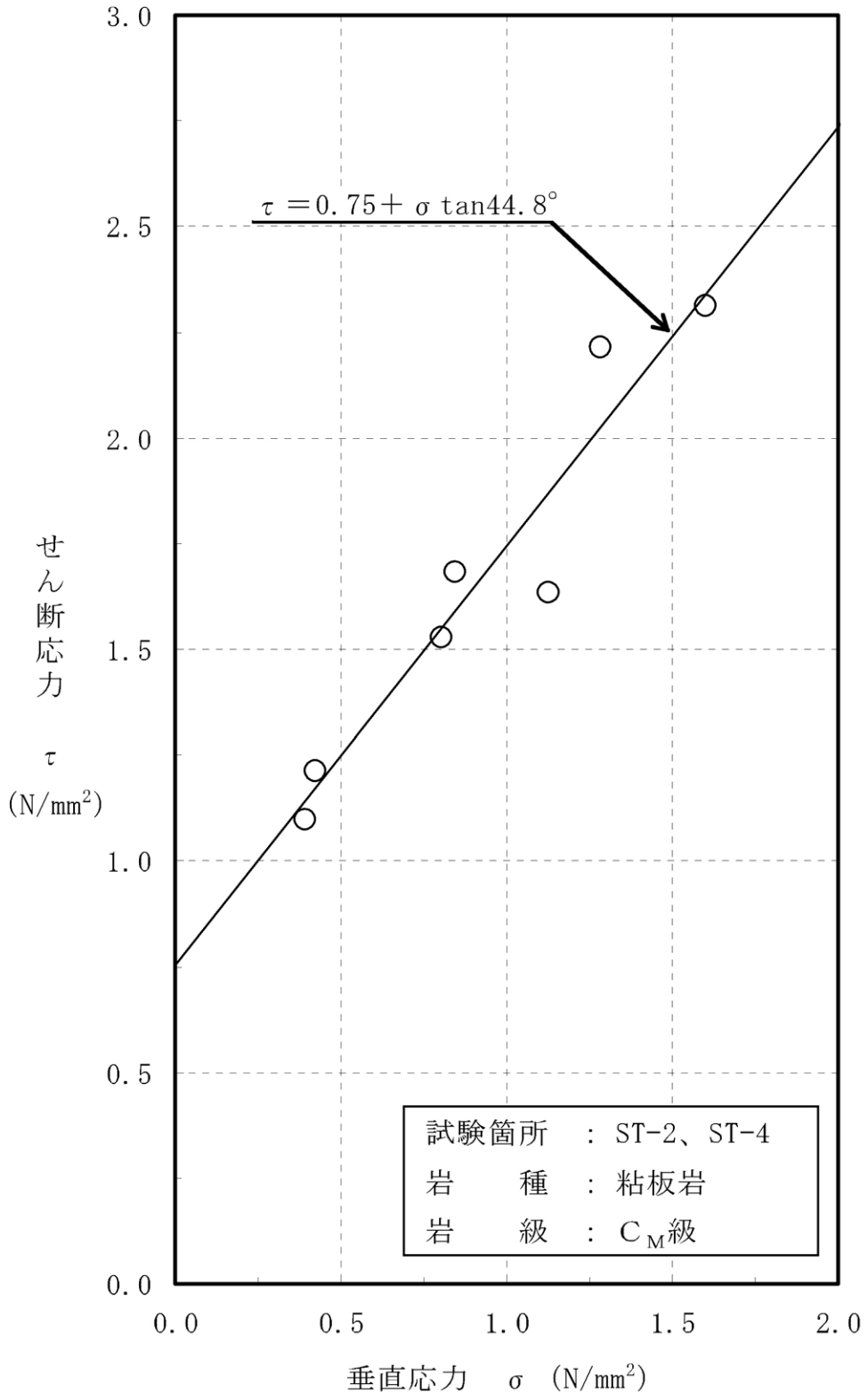
第 7.3.5.15 図 (3)　三軸圧縮試験結果（粘板岩 C_H 級）



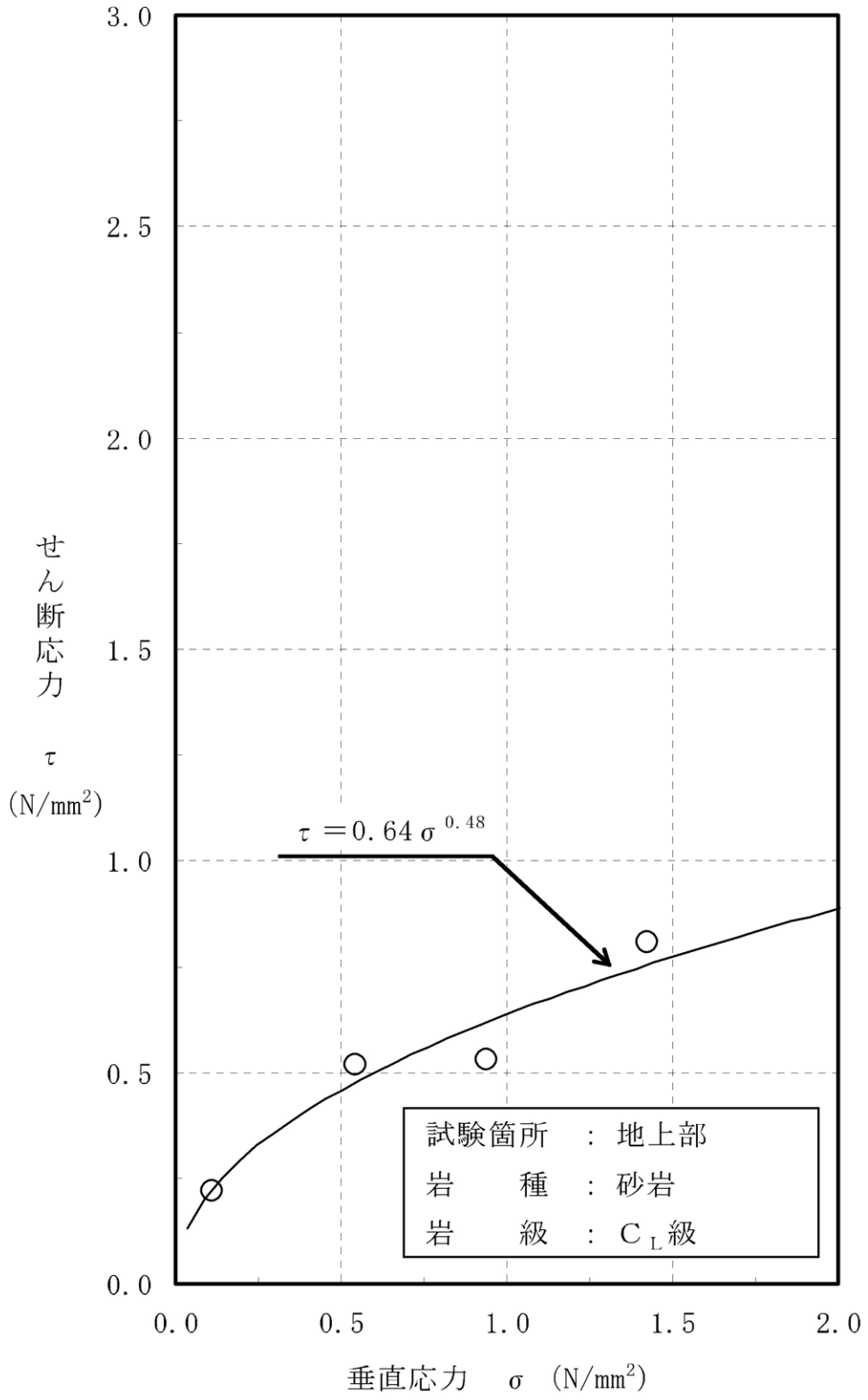
第 7.3.5.15 図 (4)　三軸圧縮試験結果（みやま層）



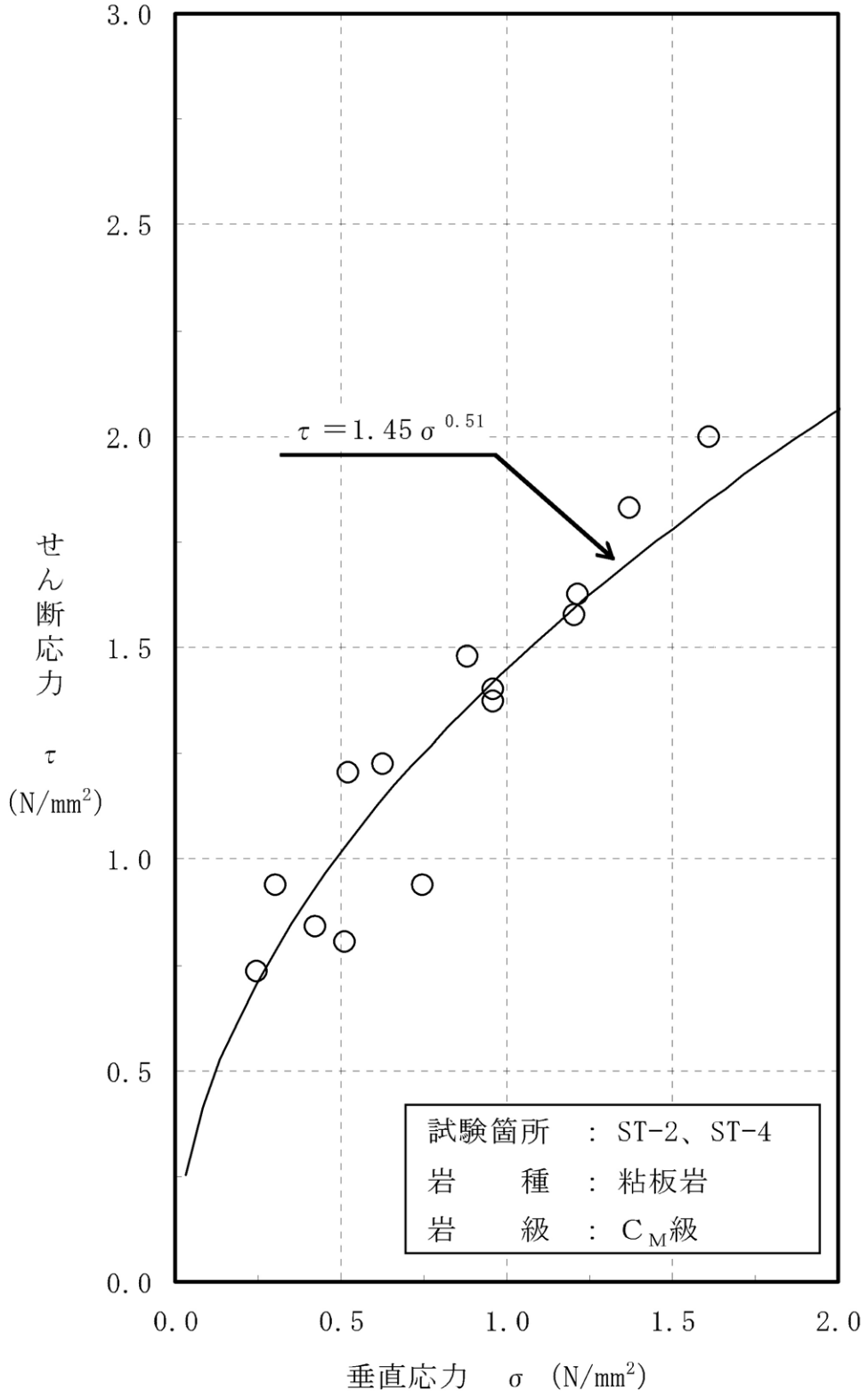
第 7.3.5.16 図 (1)　ブロックせん断試験結果（砂岩 C L級）



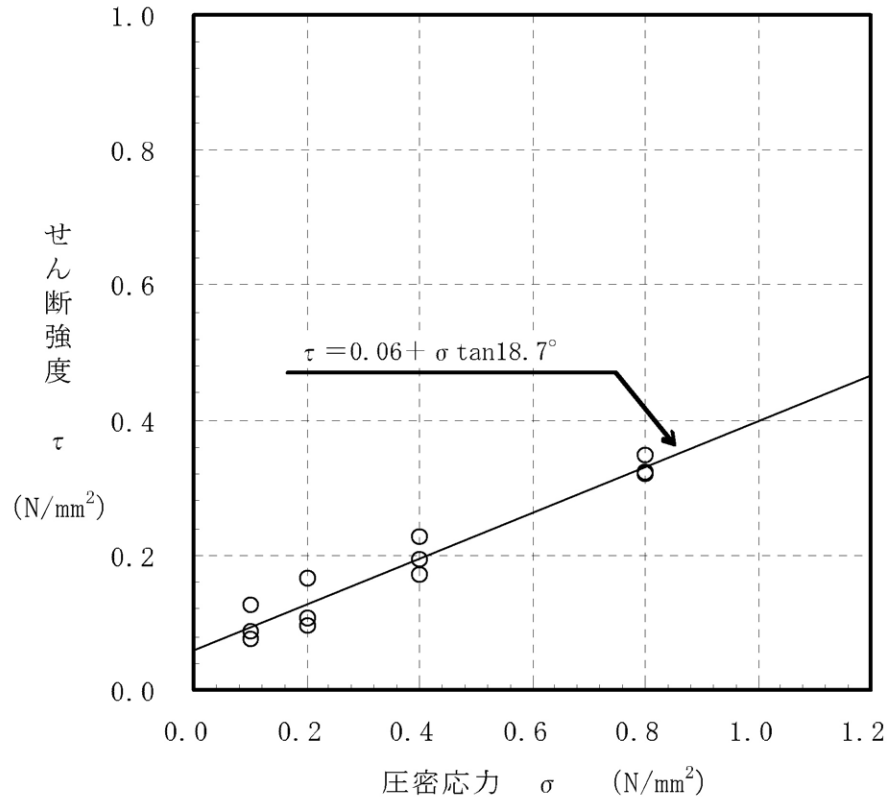
第 7.3.5.16 図（2） ブロックせん断試験結果（粘板岩 C_M 級）



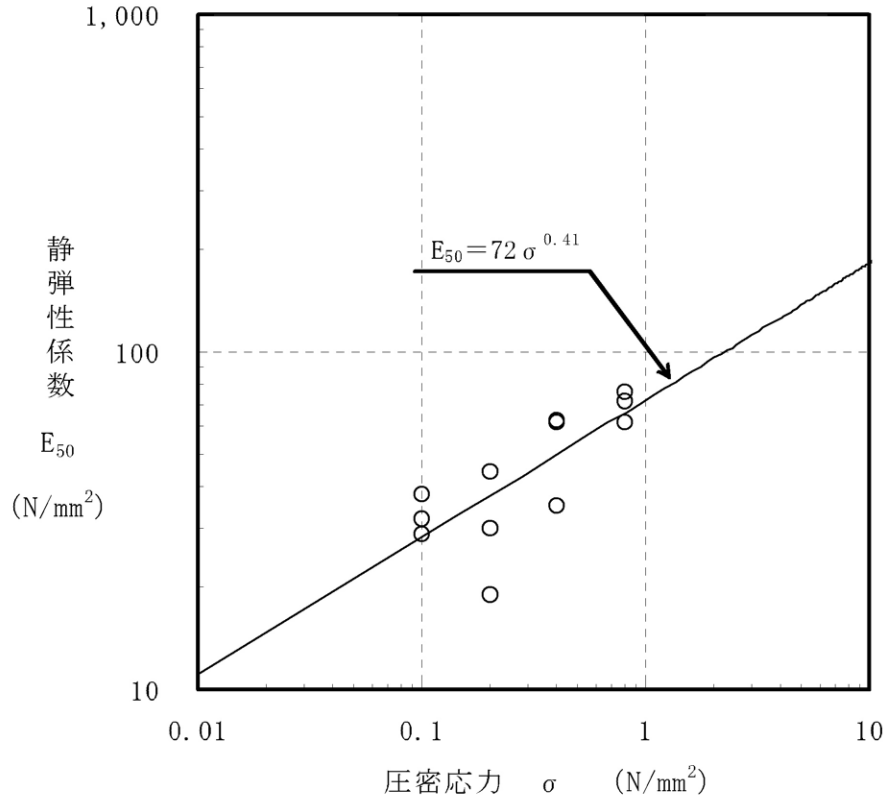
第 7.3.5.17 図 (1)　摩擦抵抗試験結果（砂岩 C_L 級）



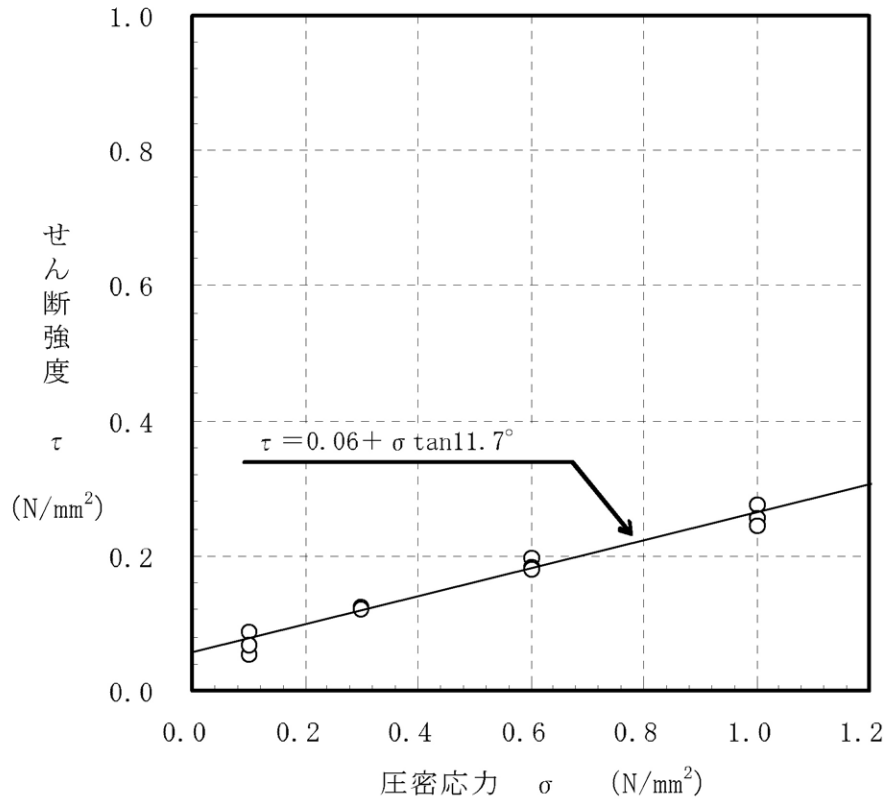
第 7.3.5.17 図（2） 摩擦抵抗試験結果（粘板岩 C_M 級）



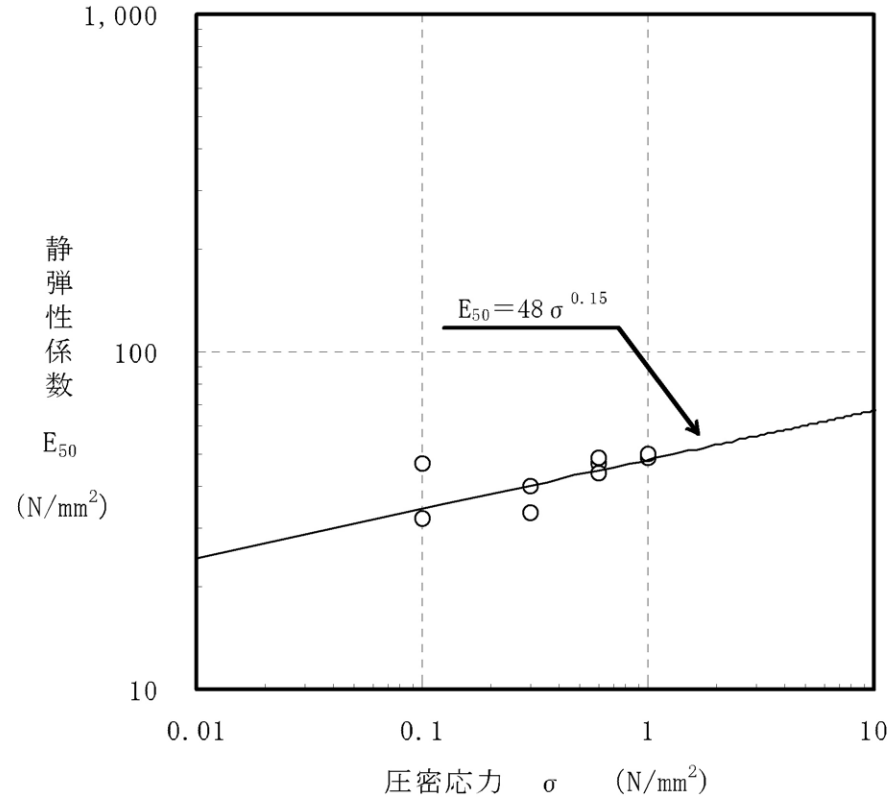
第 7.3.5.18 図　三軸圧縮試験結果（粘板岩Ｄ級）（強度特性）



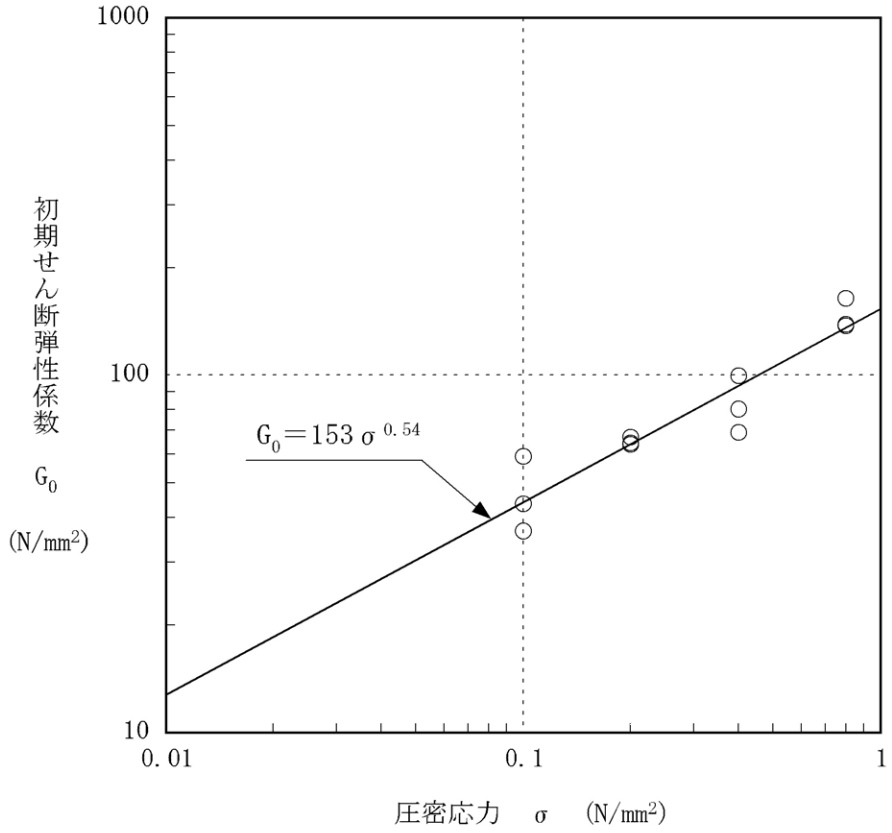
第 7.3.5.19 図　三軸圧縮試験結果（粘板岩Ｄ級）（静的変形特性）

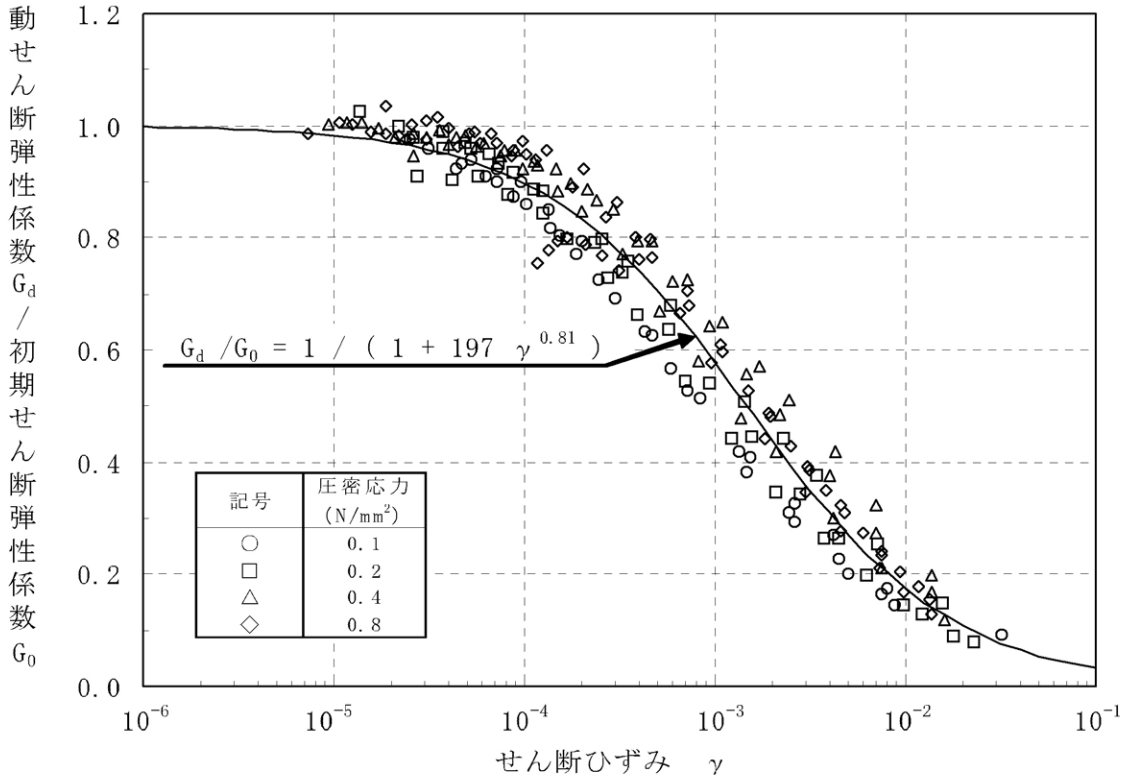


第 7.3.5.20 図　三軸圧縮試験結果（断層内物質（凝灰質粘土状））
（強度特性）

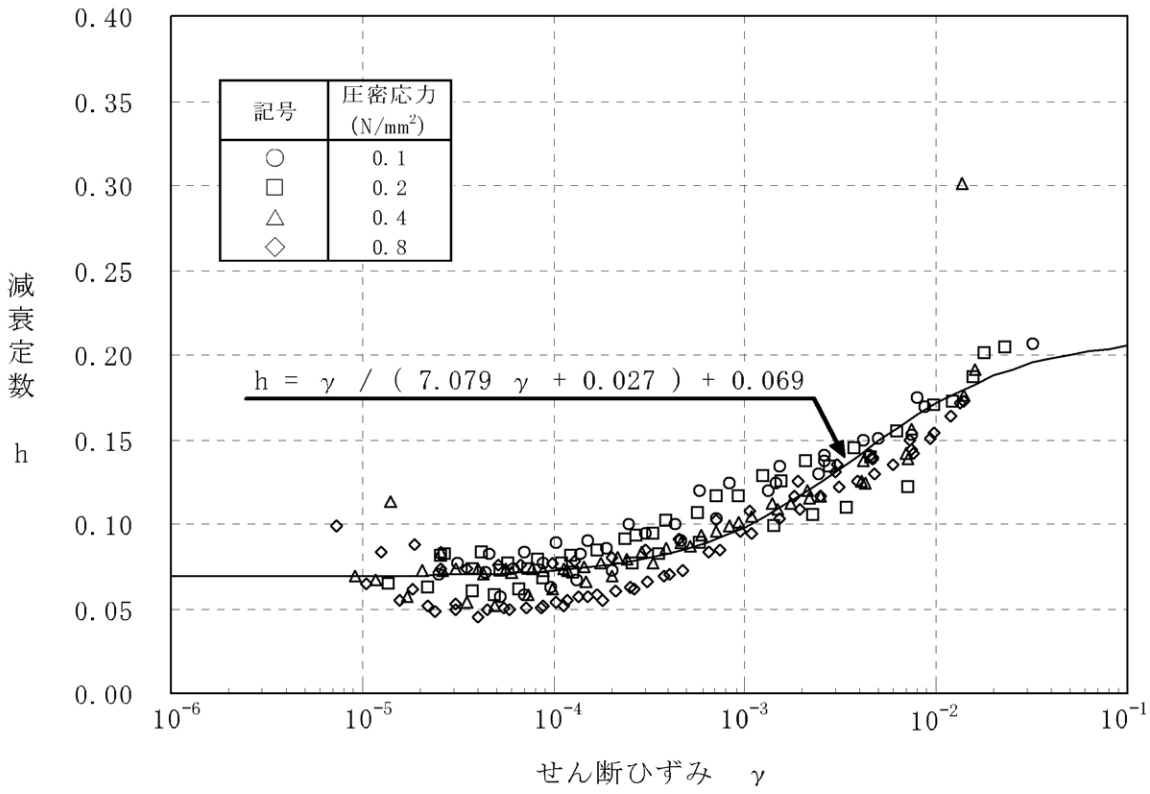


第 7.3.5.21 図　三軸圧縮試験結果（断層内物質（凝灰質粘土状））
（静的変形特性）

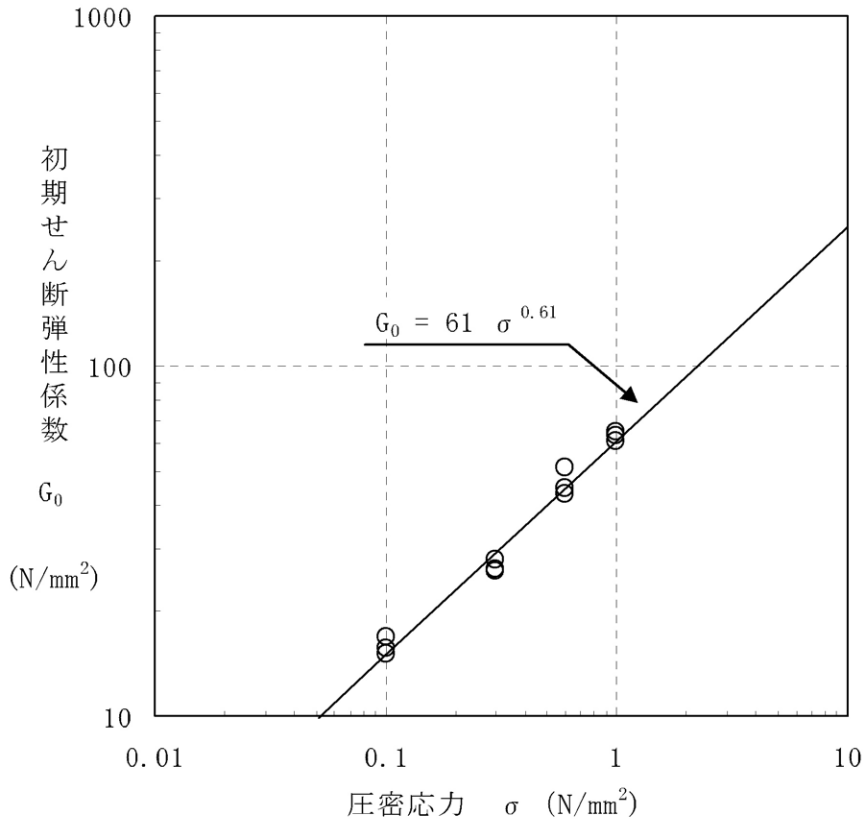


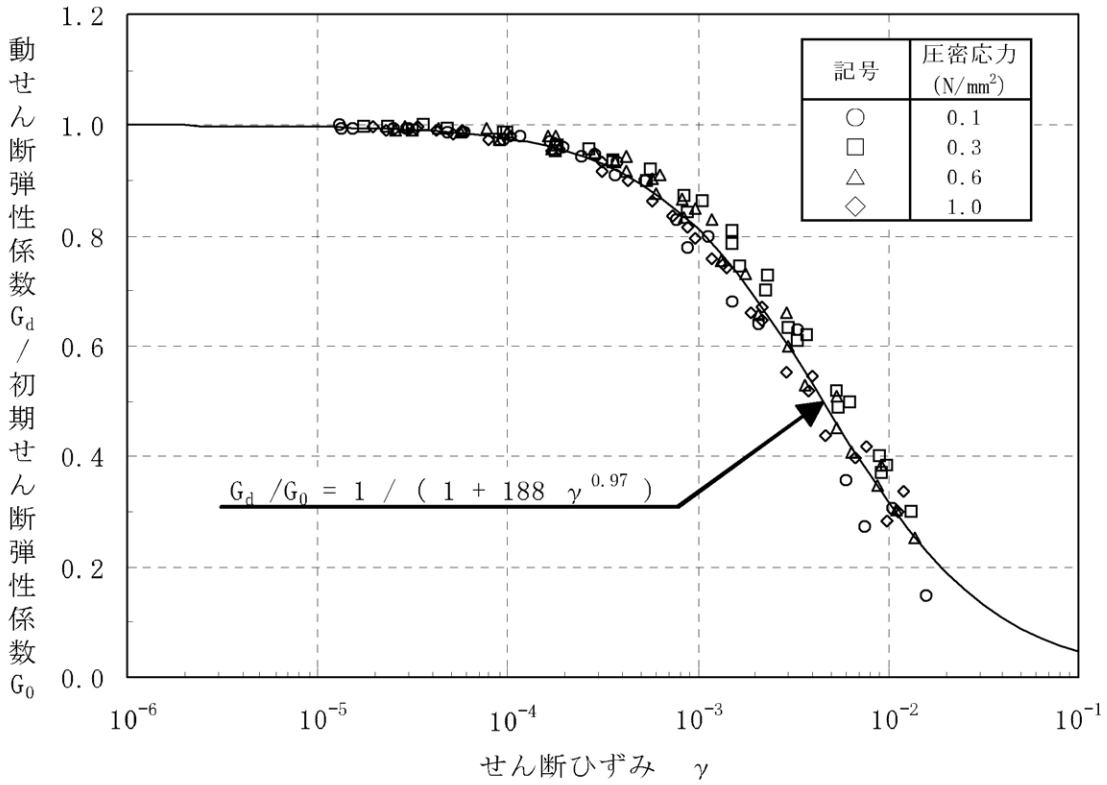


第 7.3.5.22 図　繰返し三軸試験結果（粘板岩Ｄ級）（動的変形特性）

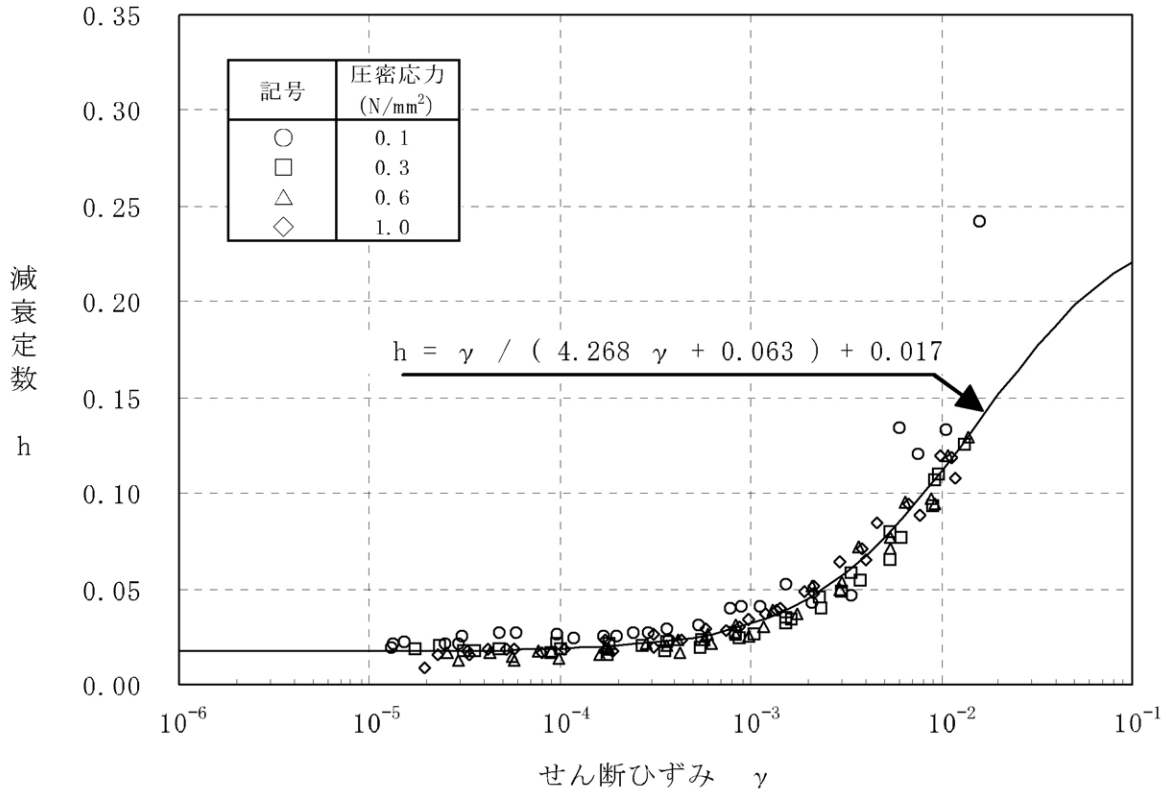


第 7.3.5.23 図　繰返し三軸試験結果（粘板岩Ｄ級）（減衰特性）





第 7.3.5.24 図　繰返し三軸試験結果（断層内物質（凝灰質粘土状））
（動的変形特性）



第 7.3.5.25 図　繰返し三軸試験結果（断層内物質（凝灰質粘土状））
（減衰特性）

7.4 水　　理

7.4.1 陸　　水

発電所付近の河川として、敷地から北方約２kmの地点に川内川（流域面積約 1,600km^2）がある。また、敷地内の南側寄りには宮山池がある。

7.4.2 海　　象

7.4.2.1 潮　　位

発電所周辺海域の潮位については、鹿児島県による当該発電所敷地の南南東約 15km に位置する串木野漁港の潮位観測記録によれば、下記のとおりである。

最高潮位	(H.H.W.L.)	T.P.＋1.88m
朔望平均満潮位	(H.W.L.)	T.P.＋1.38m
平均潮位	(M.W.L.)	T.P.－0.22m
朔望平均干潮位	(L.W.L.)	T.P.－1.72m
最低潮位	(L.L.W.L.)	T.P.－1.82m

ここに、T.P.：東京湾平均海面

7.4.2.2 流　　向 (1)

発電所周辺海域における流向の調査結果によれば、海岸線にほぼ平行な汀線方向の流れがみられる。

7.4.3　参考文献

（1）　川内原子力発電所３号機増設計画に係る環境影響評価書（平成22年２月）

7.5 地　　震

7.5.1 概　　要

供用中に耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による地震動（以下「基準地震動」という。）は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとし、以下の方針により策定することとする。

まず、「7.3　地盤」に記載されている敷地周辺における活断層の性質及び敷地周辺における地震発生状況等を考慮して、その発生様式による地震の分類を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を選定した後、敷地における応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を評価する。

次いで、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する。

以上を踏まえて、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、基準地震動を策定する。

また、免震構造施設を対象とした基準地震動（以下「免震構造施設設計用基準地震動」という。）について、免震構造施設の周波数特性に着目した地震動評価結果に基づき、策定する。

7.5.2 敷地周辺の地震発生状況

川内原子力発電所が位置する九州地方南部における地震活動は、陸域及び海域の浅いところで発生する「内陸地殻内地震」、太平洋側沖合の南海トラフから陸の方へ傾き下がるプレート境界付近で発生する「プレート間地震」、海洋プレート内で発生する「海洋プレート内地震」及び「その他の地震」に分けることができる。

陸域及び海域の浅いところで発生する内陸地殻内地震については、九州地方南部でマグニチュード（以下「M」という。）6.5程度の地震が発生している。

太平洋側沖合では、地震の発生数が多く、日向灘周辺でＭ７クラスの地震がしばしば発生することがあり、これらの地震の多くはプレート間地震である。日向灘周辺のＭ７クラスの地震は、十数年から数十年に一度発生しているが、Ｍ８以上の巨大地震が発生したという記録はない。

海洋プレート内地震としては、海溝付近又はそのやや沖合の沈み込む海洋プレート内で発生する地震及び海溝よりも陸側の沈み込んだ海洋プレート内で発生する地震がある。陸側に深く沈み込んだプレート内では、稀に規模の大きな地震が起こることがある。

その他の地震としては、桜島の火山活動に伴った地震活動が見られる。

7.5.2.1　被害地震

日本国内の地震被害に関する記録は古くからみられ、これらを収集、編集したものとして、「増訂　大日本地震史料」(1)、「日本地震史料」(2)及び「新収　日本地震史料」(3)等がある。

また、地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に、主な地震の震央位置、地震規模等をとりまとめた地震カタログとして、「理科年表　平成 26 年」(4)、「日本被害地震総覧」(5)、「茅野・宇津カタログ(2001)」(6)及び「気象庁地震カタログ」(7)等がある。

第 7.5.2.1 図は、敷地からの震央距離が 200km 程度以内の被害地震の震央分布を示したものである。

ここで、地震の規模及び震央の位置は、地震カタログによる地震諸元の違いを考慮しても敷地へ与える影響が小さいことを確認した上で、1884 年以前の地震は「日本被害地震総覧」(5)による値、1885 年以降 1922 年までの地震は「茅野・宇津カタログ(2001)」(6)による値、さらに 1923 年以降の地震は「気象庁地震カタログ」(7)による値をそれぞれ用いている。

これらの地震についての諸元を第 7.5.2.1 表に示す。

第 7.5.2.1 表及び第 7.5.2.1 図によると、陸域及び海域の浅いところで発生する内陸地殻内地震として、M6.5 程度の地震が見られる。敷地から半径 30km 以内において、1997 年３月鹿児島県北西部地震（M6.6）及び 1997 年５月鹿児島県北西部地震（M6.4）が発生している。敷地からの震央距離が 100km 程度の日向灘周辺から九州地方内陸部にかけて、海洋プレート内地震である 1909 年宮崎県西部の地震（M7.6）が発生している。また、敷地からの震央距離が 200km 程度以内の日向灘周辺では、Ｍ７クラスの地震が見られる。

その他の地震として、桜島の噴火活動に伴って発生した 1914 年桜島地震（M7.1）がある。

気象庁震度階級関連解説表(2009)の第 7.5.2.2 表及び第

7.5.2.3表によれば、震度５弱の現象や被害として、耐震性が低い木造建物（住宅）は、『壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。』とされている。また、震度５強の現象や被害として、耐震性が低い木造建物（住宅）は、『壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。』、耐震性が低い鉄筋コンクリート造建物は、『壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。』とされている。

したがって、地震によって建物等に被害が発生するのは、震度５弱（1996年以前は震度Ⅴ）程度以上であり、敷地に大きな影響を与えた地震として、震度５弱程度以上を目安に選定する。

第7.5.2.1表及び第7.5.2.1図に示した地震について、震央距離を横軸、Ｍを縦軸として描いたものが第7.5.2.2図であり、敷地における気象庁震度階級区分も書き加えている。なお、この図中の気象庁震度階級の区分は、文献[8]、[9]に基づき、旧気象庁震度階級（Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ）で記載している。

この図によると、敷地で震度５弱程度以上となる地震には、1997年３月鹿児島県北西部地震（Ｍ6.6）、1997年５月鹿児島県北西部地震（Ｍ6.4）及び1914年桜島地震（Ｍ7.1）がある。これら被害地震の地震諸元を第7.5.2.4表に示す。

7.5.2.2　敷地周辺の地震活動

(1)　中・小地震

「気象庁地震カタログ」[7]に記載されている1978年１月から2011年12月までの地震のうち、東経128.5°～132°、北緯30.5°～33°の範囲で深さ０～200kmで発生したＭ3.0以上の地

震の震央分布を第 7.5.2.3 図、震源鉛直分布を第 7.5.2.4 図に示す。

敷地周辺における中・小地震活動の特徴は、以下のとおりである。

a. 敷地を中心とした半径 100km 以内に震央を有する地震では、1997 年鹿児島県北西部地震に伴う地震活動が見られる。

b. 薩摩半島南端付近で地震活動が見られる。

(2) 微小地震

敷地周辺における微小地震の震央分布を第 7.5.2.5 図～第 7.5.2.7 図、震源の鉛直分布を第 7.5.2.8 図及び第 7.5.2.9 図に示す。微小地震分布の震源データは、「気象庁地震カタログ」[7]のうち 1997 年 10 月から 2011 年 12 月までの期間に、深さ 0～30km、30～60km 及び 60km 以深で発生したものとする。

これらの図から、以下のような微小地震活動の特徴が見られる。

a. 深さ 0～30km では、熊本県南部付近、敷地北側の北緯 32° 付近から海域につながる領域、島原半島付近から甑島西側海域につながる領域及び日向灘の海岸線に沿った領域で顕著な微小地震活動が見られる。

b. 深さ 30～60km では、日向灘の南北に沿って、深さ 60km 以深では内陸部の南北に沿って震源が高密度に存在する。これは、フィリピン海プレートの沈み込みに関連したプレート間地震及び海洋プレート内地震である。

c. フィリピン海プレートのプレート境界付近で発生している微小地震活動の深さ方向に対する傾きは、深さ 60km までとそれ以深とでは異なる。

7.5.3 活断層の分布状況

7.5.3.1 敷地周辺の活断層

敷地周辺の半径 30km 以内及び半径 30km 以遠の主な活断層分布を第 7.5.3.1 図及び第 7.5.3.2 図に示す。

「7.3 地盤」で示したとおり、敷地周辺の主な活断層として、陸域については、五反田川断層、辻の堂断層、笠山周辺断層群－水俣南断層群、長島西断層・長島断層群及び出水断層系がある。海域については、Ｆ－Ａ断層、Ｆ－Ｂ断層、Ｆ－Ｃ断層、Ｆ－Ｄ断層、Ｆ－Ｅ断層及びＦ－Ｆ断層がある。

また、半径 30km 以遠の主な活断層として、人吉盆地南縁断層、布田川・日奈久断層帯、緑川断層帯、甑島北方断層、甑島西方断層、長崎海脚断層、男女海盆北方断層及び男女海盆断層がある。

7.5.3.2 地震調査委員会による知見

文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下「地震調査委員会」という。）(2013)[10]では、九州地域の活断層の長期評価を行っており、一部については、第 7.5.3.1 図に示した活断層よりも、断層長さが長く評価されている。

「市来断層帯市来区間」[11]は、五反田川断層に対応しており、いちき串木野市西薩町付近から薩摩川内市樋脇町市比野付近にかけて分布する東西～東北東－西南西方向に延びる断層で、地表で認められる長さが約 17 km であり、いちき串木野市の西方海域まで連続する可能性があるとされている。海域まで連続した場合、断層の長さは 25 km 程度の可能性があるとされている。

「甑断層帯甑区間」[12]は、Ｆ-Ａ断層及びＦ-Ｂ断層に対応して

おり、甑海峡の中の瀬の南方から下甑島の薩摩川内市下甑町青瀬の沖合にかけて分布する全体の長さが約 39 km の可能性があるとされている。

「市来断層帯甑海峡中央区間」(11) は、Ｆ－Ｃ断層に対応しており、薩摩半島の西方沖合の甑海峡の南に分布する北東－南西方向に延びる断層で、全体の長さは 38 km 程度の可能性があるとされている。

「市来断層帯吹上浜西方沖区間」(11)は、Ｆ－Ｄ断層に対応しており、薩摩半島の西方沖に分布する北東―南西方向に延びる断層で、全体の長さは 20km 程度以上の可能性があるとされている。

地震調査委員会(2013)(11)、(12)による活断層分布を第 7.5.3.3 図に示す。これらについては、地震調査委員会(2013)(11)、(12)を反映して、断層長さを設定する。五反田川断層は市来断層帯市来区間として断層長さを約 25km、Ｆ－Ｃ断層は市来断層帯甑海峡中央区間として断層長さを約 39km、Ｆ－Ｄ断層は市来断層帯吹上浜西方沖区間として断層長さを約 20km とする。Ｆ－Ａ断層は「7.3　地盤」に示したとおり、断層長さを約 20km とし、Ｆ－Ｂ断層も併せた甑断層帯甑区間として、全体の長さを約 41km とする。

7.5.4 地震の分類

「7.5.2 敷地周辺の地震発生状況」を踏まえ、「7.5.3 活断層の分布状況」に示す敷地周辺の活断層による地震も考慮の上、敷地周辺における主な地震を以下のとおり分類する。

7.5.4.1 内陸地殻内地震

(1) 地震規模

「7.3 地盤」及び「7.5.3 活断層の分布状況」に基づき、想定されるM、震央距離及び震度の関係から、敷地に影響を及ぼす恐れのある主な活断層を、第 7.5.4.1 表に示す活断層から選定する。第 7.5.4.1 表に示した活断層による地震について、震央距離を横軸、Mを縦軸として、敷地における旧気象庁震度階級区分も書き加えたものを第 7.5.4.1 図に示す。第 7.5.4.1 図によると、敷地において、周辺の活断層から想定される地震による揺れは、人吉盆地南縁断層、緑川断層帯、男女海盆北方断層及び男女海盆断層による地震を除き、建物等に被害が発生するとされている震度５弱（1996 年以前は震度Ⅴ）程度以上と推定される。

なお、敷地周辺の活断層が敷地に与える影響度の検討にあたり、想定する地震の断層面の設定において、断層幅は、地質調査結果に対して地震学的知見を加味して、敷地周辺における地震発生層を考慮し、震源が地震発生層の上端から下端まで拡がっているものと仮定する。

また、「7.5.2.1 被害地震」を踏まえると、敷地周辺で発生した内陸地殻内地震で敷地への影響が大きかったと考えられる

地震として、1997年３月鹿児島県北西部地震（M6.6）及び1997年５月鹿児島県北西部地震（M6.4）がある。

(2)　地震発生層

地域地盤環境研究所(2011)[14]では、臨時余震観測による余震分布から得たＤ５％からＤ10％（その値より震源深さが浅い地震数が全体の５％から10％になるときの震源深さ）はＰ波速度5.5～5.8km/sに対応し、地震発生層の上端をより高精度に決定できる可能性があるとされている。また、地震発生層の下端は気象庁一元化震源のＤ95％（その値より震源深さが浅い地震数が全体の95％になるときの震源深さ）により定義できる可能性があるとされている。

地域地盤環境研究所(2011)[14]では、Miyamachi et al.(1999)[15]による1997年鹿児島県北西部地震の臨時余震観測データに基づきＤ５％が算出されており、その深さは約２kmであり、Ｐ波速度はおおよそVp=5.66km/sに相当するとされている。地域地盤環境研究所(2011)[14]による1997年鹿児島県北西部地震の臨時余震観測による余震分布等を第7.5.4.2図に示す。

垣見ほか(2003)[16]の地震地体構造区分を参照し、敷地が位置する領域について、気象庁一元化震源（1997年10月～2011年12月）に基づくＤ95％を算定する。垣見ほか(2003)[16]による地震地体構造区分を第7.5.4.3図に、算定結果を第7.5.4.4図に示す。これらによると、Ｄ95％は約13kmとなる。また、地震調査委員会（2003)[17]では、敷地周辺に位置する布田川・日奈久断層帯の地震発生層の下端深さを15kmとしている。

以上を踏まえて、地震発生層を上端深さは２km、下端深さは

15kmとし、地震発生層厚さを13kmと設定する。

7.5.4.2　プレート間地震

「7.5.2.1　被害地震」によると、プレート間地震として最大規模のものは、1662年日向・大隅地震（M7 1/2～7 3/4）があるが、その発生位置から敷地までの距離が十分に離れているため、敷地における揺れは、建物等に被害が発生するとされている震度５弱（1996年以前は震度Ⅴ）程度以上とは推定されず、敷地に大きな影響を与える地震ではない。

7.5.4.3　海洋プレート内地震

「7.5.2.1　被害地震」によると、海洋プレート内地震として最大規模のものは、1909年宮崎県西部地震（M7.6）があるが、敷地における揺れは、その発生位置から敷地までの距離が十分に離れているため、建物等に被害が発生するとされている震度５弱（1996年以前は震度Ⅴ）程度以上とは推定されず、敷地に大きな影響を与える地震ではない。

7.5.4.4　その他の地震

「7.5.2.1　被害地震」によると、その他の地震のうち敷地で震度５弱（1996年以前は震度Ⅴ）程度以上と推定される地震として、1914年桜島地震（M7.1）がある。なお、1914年桜島地震は、桜島の噴火に伴う地震[(5)、(18)]とされている。

7.5.5 敷地地盤の振動特性

7.5.5.1 敷地及び敷地周辺の地盤構造

敷地周辺においては、中生代ジュラ紀～白亜紀の秩父層群及び四万十層群が分布し、これらを新第三紀～第四紀の北薩火山岩類等が不整合に覆って広く分布する。敷地近傍の地質は、この秩父層群を基盤とし、敷地付近で地表に露出する。

これらの秩父層群等からなる基盤は、敷地周辺においてある程度の広がりをもって分布することが推定され、敷地付近においては比較的浅所に広く分布することが確認される。

7.5.5.2 解放基盤表面の設定

「３．　地盤」によると、原子炉基礎岩盤における岩盤の弾性波平均速度値は、Ｐ波が約 4.0km/s、Ｓ波が約 1.8km/s であり、良質の岩盤といえる。この岩盤は地質調査の結果、相当の広範囲にわたり基盤を構成している。

解放基盤表面は、Ｓ波速度が 0.7km/s 以上となっていることから、原子炉格納施設基礎設置位置の EL.-18.5m として、地震動評価上、解放基盤表面におけるＳ波速度は、1.5km/s と設定する。

7.5.5.3 地震観測及び微動アレイ探査

(1) 敷地内の地震観測

敷地地盤における地震観測は、第 7.5.5.1 図に示す観測点で観測を実施している。主な観測地震の諸元を第 7.5.5.1 表、震央分布を第 7.5.5.2 図に示す。

主な観測地震の地表観測点(EL.+11.0m)における応答スペクト

ルを第7.5.5.3図に示す。第7.5.5.3図によると、1997年鹿児島県北西部地震の本震における地震観測記録の応答スペクトルが大きい。1997年3月鹿児島県北西部地震の本震について、深度別の応答スペクトルを第7.5.5.4図に示す。第7.5.5.4図によると、岩盤内で応答スペクトルの著しい増幅は見られない。

また、M5.0以上の地震により敷地地盤で得られた地震観測記録の応答スペクトルのNoda et al.(2002)[19]による応答スペクトルに対する比を到来方向別に算定した結果を第7.5.5.5図に示す。第7.5.5.5図から、地震の到来方向による特異な地盤増幅の傾向は見られない。

(2) 微動アレイ探査

地下構造の把握のため敷地で実施した微動アレイ探査の観測点及び推定された地盤のせん断波速度構造を第7.5.5.6図に示す。第7.5.5.6図によると、せん断波速度は、地表から深くなるにつれて大きくなる傾向が見られる。

7.5.5.4 地下構造モデル

「7.5.6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の断層モデルを用いた手法における長周期帯の理論的方法による地震動評価、「7.5.6.2 震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルを考慮した短周期帯から長周期帯までの地震動評価及び「7.5.7 免震構造施設設計用基準地震動」の断層モデルを用いた手法における統計的グリーン関数法と理論的方法による地震動評価に用いる地下構造モデルを設定する。

地震動評価に用いる地下構造モデルの速度構造は、解放基盤表

面 EL.-18.5m から EL.-28.5m までは試掘坑内弾性波試験の調査結果により、EL.-28.5m から EL.-118.5m までは鉛直アレイ観測結果及び微動アレイ探査結果により設定する。また、EL.-118.5m から EL.-1018.5m までは微動アレイ探査結果により設定する。さらに、EL.-1018.5m 以深については、宮腰ほか（2004）[20]及び地震調査委員会（2003）[17]に基づき設定する。

密度は、岩石試験結果及び地震調査委員会（2003）[17]に基づき設定する。

地盤減衰（Q値）は、S波速度を用いた慣用値（Vs/15～Vs/10）に基づき設定する。

設定した地下構造モデルを第 7.5.5.2 表に示す。

設定した地下構造モデルの長周期帯への適用性について、地下構造モデルの理論伝達関数と第 7.5.5.1 表に示す地震の鉛直アレイの地震観測記録の伝達関数を比較し、整合することを確認した。また、地下構造モデルによる理論位相速度と微動アレイ探査による観測位相速度を比較し、整合することを確認した。

また、短周期帯から長周期帯への適用性について、設定した地下構造モデルの応答波と第 7.5.5.3 表に示す鉛直アレイの地震観測記録の応答スペクトルを比較し、設定した地下構造モデルの応答波の応答スペクトルが地震観測記録の応答スペクトルと同等もしくは上回ることを確認した。

以上より、設定した地下構造モデルが短周期帯から長周期帯までの全周期帯において適用可能であり、妥当であることを確認した。

7.5.6 基準地震動(「7.5.7　免震構造施設設計用基準地震動」を除く。)

基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。

また、基準地震動の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさを考慮する。

7.5.6.1　敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

(1)　検討用地震の選定

「7.5.4　地震の分類」を踏まえ、地震発生様式ごとに、敷地に特に大きな影響を及ぼすと想定される地震を Noda et al. (2002)[19]の方法により算定した応答スペクトルを基に評価し、検討用地震として選定する。

なお、プレート間地震及び海洋プレート内地震は、敷地へ及ぼす影響が小さいため、検討用地震として選定しない。

1997 年３月鹿児島県北西部地震（M6.6)、1997 年５月鹿児島県北西部地震（M6.4)、1914 年桜島地震（M7.1）及び敷地周辺の主な活断層による地震の諸元を第 7.5.6.1 表、応答スペクトルを第 7.5.6.1 図に示す。第 7.5.6.1 図より、検討用地震として、「市来断層帯市来区間による地震」、「甑断層帯甑区間による地震」及び「市来断層帯甑海峡中央区間による地震」を選定する。

(2)　検討用地震の地震動評価

検討用地震による地震動は、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

応答スペクトルに基づく地震動評価は、Noda et al.(2002)[19]の方法を用いる。Noda et al.(2002)[19]の方法は、岩盤における地震観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを予測することができ、敷地における地震観測記録に基づいて補正することにより、地震の分類に従った震源特性、伝播特性及び敷地地盤の特性を的確に把握することが可能である。

断層モデルを用いた手法による地震動評価は、要素地震として適切な地震観測記録が敷地で得られているため、経験的グリーン関数法及び経験的グリーン関数法と理論的方法によるハイブリッド合成法を用いる。

a. 基本震源モデルの設定

基本震源モデルの設定にあたり、敷地地盤で得られた地震記録を用いて地域性の検討を実施する。

敷地地盤で得られた1997年鹿児島県北西部地震の地震記録を評価するために、三宅ほか(1999)[21]、菊地・山中(1997)[22]等に基づいて、主な断層パラメータを設定し、特性化震源モデルを作成する。主な断層パラメータを第7.5.6.2表に示す。

また、第7.5.6.2表より、アスペリティ実効応力及び平均応力降下量が大きい5月の地震について、地震動評価に用いた震源モデルを第7.5.6.2図、地震動評価結果と敷地地盤で得られた地震観測記録の比較を第7.5.6.3図に示す。第7.5.6.3図より、敷地地盤で得られた地震観測記録をおおむね再現できることが確認できる。

「市来断層帯市来区間による地震」、「甑断層帯甑区間によ

る地震」及び「市来断層帯甑海峡中央区間による地震」について、基本とする地震の断層パラメータの設定根拠を第7.5.6.3表、断層パラメータを第7.5.6.4表～第7.5.6.6表、基本震源モデルを第7.5.6.4図～第7.5.6.6図に示す。ここで、アスペリティ実効応力及び平均応力降下量のパラメータは、1997年鹿児島県北西部地震の地震観測記録を用いた検討に基づき設定する。アスペリティ位置は、敷地に最も近い位置とし、破壊開始点は、破壊の進行方向が敷地に向かう方向となるように、断層下端に設定する。

また、応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる検討用地震の諸元を第7.5.6.7表に示す。

b. 不確かさを考慮するパラメータの選定

検討用地震について、基準地震動の策定過程における不確かさを考慮した場合の地震動評価を行う。また、地震動評価の不確かさの考慮にあたり、第7.5.6.8表に示す不確かさを考慮する。

応力降下量の不確かさは、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）の知見を踏まえ、短周期レベルに関する既往の経験式[27]の1.5倍相当の値を考慮して、地震動評価を行う。

断層傾斜角の不確かさは、断層傾斜角を60度とし、地震動評価を行う。

「甑断層帯甑区間による地震」については、敷地に最も近い位置に震源断層面を想定した断層長さ及び震源断層の拡がりの不確かさも考慮して地震動評価を行う。

また、破壊開始点の不確かさは、敷地への影響の程度を考

慮し、アスペリティの破壊が敷地に向かう方向となる複数ケースを選定し、地震動評価を行う。

不確かさを考慮した地震動評価検討ケースを第 7.5.6.9 表～第 7.5.6.11 表、断層パラメータを第 7.5.6.12 表～第 7.5.6.18 表、震源モデルを第 7.5.6.7 図～第 7.5.6.13 図に示す。

また、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる不確かさを考慮した検討用地震の諸元を第 7.5.6.19 表に示す。

c. 応答スペクトルに基づく地震動評価

Noda et al.(2002)[19]を用い、応答スペクトルに基づく地震動評価を行うにあたり、「7.5.5.3 地震観測及び微動アレイ探査 (1) 敷地内の地震観測」に示す敷地における地震観測記録の EL.-18.5m から上部の地盤の影響を取り除いて解析的に求めた解放基盤表面の地震動（以下「はぎとり波」という。）の応答スペクトルと Noda et al.(2002)[19]の方法に基づく応答スペクトルの比及び Noda et al.(2002)[19]による内陸地殻内地震の補正係数を第 7.5.6.14 図に示す。第 7.5.6.14 図より、はぎとり波の応答スペクトルと Noda et al.(2002)[19]から求まる応答スペクトルの比は、内陸地殻内地震の補正係数を短周期領域で上回っているが、おおむね、全周期帯で 1.0 を下回る傾向となる。

なお、Noda et al.(2002)[19]による内陸地殻内地震の補正係数及び観測記録による補正係数は、地震動評価上適用しないものとする。

d. 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価は、九州西側海域の地震（1984年８月15日、M5.5）の観測記録を要素地震としたDan et al.(1989)[28]に基づく経験的グリーン関数法による評価、短周期帯に経験的グリーン関数法及び長周期帯にHisada(1994)[29]に基づく理論的方法を用いたハイブリッド合成法による評価を行う。要素地震の諸元を第7.5.6.20表、要素地震の震央位置を第7.5.6.15図に示す。

検討用地震について、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価により算定した応答スペクトルを第7.5.6.16図～第7.5.6.35図にそれぞれ示す。

7.5.6.2　震源を特定せず策定する地震動

(1)　評価方針

敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する。「震源を特定せず策定する地震動」は、「地域性を考慮する地震動」及び「全国共通に考慮すべき地震動」について検討し、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における地震観測記録を基に、敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定する。

(2)　検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における地震観測記録の収集にお

いては、「地域性を考慮する地震動」（モーメントマグニチュード（以下「Ｍｗ」という。）6.5程度以上の地震）及び「全国共通に考慮すべき地震動」（Ｍｗ6.5程度未満の地震）の２種類の地震を対象とする。

「地域性を考慮する地震動」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの地表地震断層としてその全容を表すまでには至っておらず、震源の規模が推定できないＭｗ6.5程度以上の地震（以下「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」という。）を対象とする。

「全国共通に考慮すべき地震動」は、断層破壊領域が地震発生層内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置及び規模が推定できない地震として地質学的検討から全国共通に考慮すべきＭｗ6.5程度未満の地震（以下「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」という。）を対象とする。

a.　「地域性を考慮する地震動」（Ｍｗ6.5程度以上の地震）

2000年鳥取県西部地震及び2008年岩手・宮城内陸地震の２つの地震は、事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震であり、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域による活断層の成熟度の相違や、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域性があることが考えられる。ここでは２つの地震の震源域周辺と川内原子力発電所周辺の地質・地質構造等について比較を行う。

(a)　2000 年鳥取県西部地震

2000 年鳥取県西部地震の震源域周辺は、横ずれ断層を主体とする地域であり、中生代白亜紀～新生代古第三紀の花崗岩類が広く分布している。一方、川内原子力発電所周辺は、正断層を主体とする地域であり、中生代ジュラ紀～白亜紀の堆積岩類等を基盤とし、新生代新第三紀以降の火山岩類が覆っている。したがって、両地域は地質学的・地震学的背景が異なることから、2000 年鳥取県西部地震と同様の地震は川内原子力発電所周辺では発生しないと考えられ、地震観測記録の収集対象外とする。

(b)　2008 年岩手・宮城内陸地震

2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺は、ひずみ集中帯に位置しており、逆断層を主体とする地域である。また、震源域周辺には新生代新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が厚く複雑に堆積し、顕著な褶曲・撓曲構造が発達している。さらに、それらを覆うように地すべりが多く分布している。そのため、震源域周辺は、活断層地形の認定が困難な地域である。一方、川内原子力発電所周辺は、正断層を主体とする地域である。また、震源域周辺と同様に新生代新第三紀以降の火山岩類が堆積するものの、震源域と比較して火山岩類の厚さは薄く、概ね成層しており、顕著な褶曲・撓曲構造は認められない。さらに、地すべりは点在するのみで少ない。そのため、川内原子力発電所周辺は、活断層地形の認定が困難な地域ではない。したがって、両地域は地質学的・地震学的背景が異なることから、2008 年

岩手・宮城内陸地震と同様の地震は川内原子力発電所周辺では発生しないと考えられ、地震観測記録の収集対象外とする。

b. 「全国共通に考慮すべき地震動」（Ｍｗ6.5程度未満の地震）

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記２に示される震源近傍における観測記録を基に得られた知見として、2004年北海道留萌支庁南部地震のK-NET港町観測点における観測記録から推定した基盤地震動及び震源近傍の多数の地震観測記録に基づいて策定された標準応答スペクトル（以下「標準応答スペクトル」という。）を対象とする。

(a) 2004年北海道留萌支庁南部地震

2004年北海道留萌支庁南部地震では、震源近傍のK-NET港町観測点において佐藤ほか(2013)[31]により、ボーリング調査等による精度の高い地盤情報が得られており、信頼性の高い基盤地震動が推定されている。これらを参考に地盤モデルの不確かさを踏まえて基盤地震動を算定する。敷地の解放基盤表面のＳ波速度は、K-NET港町観測点のＳ波速度0.938km/sを上回る1.5km/sであることから、敷地の解放基盤波は保守的にK-NET港町観測点の基盤地震動を採用する。この解放基盤波にさらに保守性を考慮した上で地震動を設定する。設定した2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動の応答スペクトルを第7.5.6.36図及び第7.5.6.37図に示す。

(b) 標準応答スペクトルを考慮した地震動

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記２における標準応答スペクトルの応答スペクトル値を第 7.5.6.21 表に示す。第 7.5.6.21 表に示した標準応答スペクトルに適合するよう、地震基盤相当面における模擬地震波を作成し、「7.5.5.4 地下構造モデル」における地下構造モデルを用いて解放基盤表面における地震動（以下「標準応答スペクトルを考慮した地震動」という。）を設定する。

i. 地震基盤相当面

地震基盤相当面は、標準応答スペクトルが定義される地盤のＳ波速度を踏まえ、「7.5.5.4 地下構造モデル」における地下構造モデルのＳ波速度 3.01km/s の層上面である EL.-1018.5m として設定する。

ii. 模擬地震波

地震基盤相当面における模擬地震波は、複数の方法に基づき作成することとし、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによる方法及び実観測記録の位相を用いる方法によって作成する。一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによる方法における振幅包絡線の経時的変化については、Noda et al.(2002)[19]に基づき、第 7.5.6.22 表に示す形状とする。実観測記録の位相を用いた模擬地震波は、川内原子力発電所の敷地地盤で得られた観測記録の位相を与えて作成する。実観測記録の位相を用いた模擬地震波に敷地地盤の振動特性を適切に反映するため、内陸地殻内地震の観測記録を収集し、模擬地震波の作成

に用いる観測記録は震央距離、最大加速度、主要動の継続時間を考慮して選定を行う。選定の結果、主要動の継続時間が最も長い①1997年3月26日鹿児島県北西部地震（M6.6）及び震央距離が最も近く、最大加速度が最も大きい②1997年5月13日鹿児島県北西部地震（M6.4）の地表における地震観測記録の位相を用いて模擬地震波を作成する。地震基盤相当面における模擬地震波の作成結果を第7.5.6.23表、標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比を第7.5.6.38図～第7.5.6.40図、時刻歴波形を第7.5.6.41図～第7.5.6.43図に示す。

iii. 標準応答スペクトルを考慮した地震動

標準応答スペクトルを考慮した地震動は、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによる方法及び実観測記録の位相を用いる方法により作成した模擬地震波の解放基盤表面における時刻歴波形の最大加速度や強震部の継続時間、応答スペクトルの比較により設定する。

一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによる解放基盤表面の模擬地震波及び実観測記録の位相を用いた解放基盤表面の模擬地震波の時刻歴波形の比較を第7.5.6.44図～第7.5.6.46図に、応答スペクトルの比較を第7.5.6.47図～第7.5.6.49図に示す。

その結果、解放基盤表面における時刻歴波形の最大加速度が大きく、強震部の継続時間が長い一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによる模擬地震波を、標準応答スペクトルを考慮した地震動として設定する。

(3)　「震源を特定せず策定する地震動」の設定

「(2)　検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集」を踏まえ、「震源を特定せず策定する地震動」として、「(2) b. (a) 2004 年北海道留萌支庁南部地震」における 2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動及び「(2) b. (b) 標準応答スペクトルを考慮した地震動」における標準応答スペクトルを考慮した地震動を設定する。

(4)　超過確率の参照

「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルと日本原子力学会(2007)[32]の方法に基づいて算定した領域震源による一様ハザードスペクトルの比較を第 7.5.6.50 図及び第 7.5.6.51 図に示す。第 7.5.6.50 図及び第 7.5.6.51 図によると、「震源を特定せず策定する地震動」の年超過確率は 10^{-4}～10^{-6} 程度である。

7.5.6.3　基準地震動 Ss の策定

基準地震動は、「7.5.6.1　敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「7.5.6.2　震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する。

(1)　敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動

応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動を策定するにあたり、設計用応答スペクトルを設定する。設計用応答スペクトルは、「7.5.6.1　敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における応答スペクトルに基づく地震動評価による結

果を包絡して設定する。

これらすべての応答スペクトルを包絡して設定した地震動を基準地震動 Ss-1 とし、水平方向の設計用応答スペクトル $Ss\text{-}1_H$ 及び鉛直方向の設計用応答スペクトル $Ss\text{-}1_V$ を第 7.5.6.52 図～第 7.5.6.55 図に示す。また、設計用応答スペクトル値を第 7.5.6.24 表に示す。

ここで、基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルと「7.5.6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を第 7.5.6.56 図～第 7.5.6.60 図に示す。

基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を比較すると、基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルは、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を上回ることから、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の基準地震動は、基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルで代表させる。

(2)　震源を特定せず策定する地震動による基準地震動

「7.5.6.2　震源を特定せず策定する地震動」において設定した「震源を特定せず策定する地震動」による応答スペクトルと基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルを第 7.5.6.61 図及び第 7.5.6.62 図に示す。

第 7.5.6.61 図及び第 7.5.6.62 図より、2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動及び標準応答スペクトルを考慮した地震動の応答スペクトルは、水平方向及び鉛直方向ともに、一部の周期帯で基準地震動 Ss-1 の設計用応答スペクトルを上回

る。よって、2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動を基準地震動 Ss-2、標準応答スペクトルを考慮した地震動を基準地震動 Ss-3 として選定する。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動及び震源を特定せず策定する地震動による基準地震動の応答スペクトルを第 7.5.6.63 図～第 7.5.6.64 図に示す。

7.5.6.4　基準地震動 Ss の時刻歴波形

「7.5.6.3　基準地震動 Ss の策定」を踏まえ、基準地震動 Ss-1 の設計用模擬地震波は、応答スペクトルに基づく地震動評価により策定する。

応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動 Ss-1 の時刻歴波形は、設計用模擬地震波 $Ss\text{-}1_H$ 及び $Ss\text{-}1_V$ で表すものとする。設計用模擬地震波 $Ss\text{-}1_H$ 及び $Ss\text{-}1_V$ は、それぞれの応答スペクトルに適合するよう、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的変化については、Noda et al.(2002)[19]に基づき、第 7.5.6.25 表に示す形状とする。設計用模擬地震波 $Ss\text{-}1_H$ 及び $Ss\text{-}1_V$ の作成結果を第 7.5.6.26 表、設計用応答スペクトルに対する設計用模擬地震波の応答スペクトル比を第 7.5.6.65 図、時刻歴波形を第 7.5.6.66 図に示す。

震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 Ss-2 及び Ss-3 の時刻歴波形を第 7.5.6.67 図及び第 7.5.6.68 図に示す。

また、基準地震動 Ss-1、Ss-2 及び Ss-3 の最大加速度の値を第 7.5.6.27 表に示す。

7.5.6.5　超過確率の参照

参考として、基準地震動 Ss-1、Ss-2 及び Ss-3 と日本原子力学会(2007)[32]の方法に基づいて算定した解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトルの比較を第 7.5.6.69 図及び第 7.5.6.70 図に示す。第 7.5.6.69 図及び第 7.5.6.70 図より、基準地震動の年超過確率は 10^{-4}～10^{-5}程度である。

7.5.7 免震構造施設設計用基準地震動

免震構造施設設計用基準地震動は、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。

7.5.7.1　地震動評価

(1)　評価方針

「7.5.6.1　敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」において、検討用地震として選定していない地震のうち、免震構造施設の周波数特性に着目して、長大な活断層による内陸地殻内地震及びプレート間地震を選定し、地震動評価を行う。

(2)　長大な活断層による内陸地殻内地震の地震動評価

敷地周辺の長大な活断層である布田川・日奈久断層帯、甑島西方断層及び長崎海脚断層を対象として、応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。

応答スペクトルに基づく地震動評価は、Noda et al.(2002)[19]の方法を用いる。

敷地周辺の長大な活断層による地震の諸元を第 7.5.7.1 表に示す。

応答スペクトルに基づく地震動評価により算定した応答スペクトルを第7.5.7.1図及び第7.5.7.2図に示す。

(3)　プレート間地震の地震動評価

「7.7　津波」における検討結果等を踏まえ、「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1)」を対象として、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。なお、「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1)」の地震規模はNoda et al.(2002)[19]の適用範囲外にあると判断する。

断層モデルを用いた手法による地震動評価は、統計的グリーン関数法[33]と理論的手法[29]のハイブリッド合成法を用いる。

「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1)」の断層パラメータを第7.5.7.2表、震源モデルを第7.5.7.3図に示す。

断層モデルを用いた手法による地震動評価により算定した応答スペクトルを第7.5.7.4図及び第7.5.7.5図に示す。

7.5.7.2　免震構造施設設計用応答スペクトル

免震構造施設設計用基準地震動は、「7.5.7.1　地震動評価」の評価結果に基づき、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する。

免震構造施設設計用基準地震動を策定するに当たり、免震構造施設設計用応答スペクトルを設定する。免震構造施設設計用応答スペクトルは、「7.5.7.1　地震動評価」における地震動評価結果を基に、長周期領域が基準地震動Ss-1の設計用応答スペクトルを上回るように設定する。

免震構造施設設計用応答スペクトルに基づく地震動を免震構造

施設設計用基準地震動 Ss-L とし、水平方向の免震構造施設設計用応答スペクトル $Ss\text{-}L_H$ 及び鉛直方向の免震構造施設設計用応答スペクトル $Ss\text{-}L_V$ を第 7.5.7.6 図～第 7.5.7.9 図に示す。また、免震構造施設設計用応答スペクトル値を第 7.5.7.3 表に示す。

7.5.7.3　免震構造施設設計用模擬地震波

免震構造施設設計用基準地震動 Ss-L の時刻歴波形は、免震構造施設設計用模擬地震波 $Ss\text{-}L_H$ 及び $Ss\text{-}L_V$ で表すものとする。免震構造施設設計用模擬地震波は、それぞれの応答スペクトルに適合するよう、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的変化については、Noda et al.(2002)[19]に基づき、第 7.5.7.4 表に示す形状とする。免震構造施設設計用模擬地震波 $Ss\text{-}L_H$ 及び $Ss\text{-}L_V$ の作成結果を第 7.5.7.5 表に示す。免震構造施設設計用応答スペクトルに対する免震構造施設設計用模擬地震波の応答スペクトル比を第 7.5.7.10 図、免震構造施設設計用模擬地震波 $Ss\text{-}L_H$ 及び $Ss\text{-}L_V$ を第 7.5.7.11 図に示す。

また、免震構造施設設計用基準地震動 Ss-L の最大加速度の値を第 7.5.7.6 表に示す。

7.5.8 地震調査委員会（2022）を踏まえた地震動評価への影響

地震調査委員会（2004）[34] の改訂が行われ、2022 年 3 月に地震調査委員会（2022）[35] として公表された。

改訂に伴う主な変更点は、被害地震の変更、南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震として想定される地震規模の見直し、評

価対象領域の拡大である。ここでは、地震調査委員会（2022）[35]の改訂内容を踏まえた地震動評価への影響を確認する。

7.5.8.1　被害地震の変更による地震動評価への影響

「7.5.4.2　プレート間地震」及び「7.5.4.3　海洋プレート内地震」では、「7.5.2.1　被害地震」のプレート間地震及び海洋プレート内地震は、その発生位置から敷地までの距離が十分に離れているため、敷地における揺れは震度５弱程度以上と推定されず、敷地に大きな影響を与える地震ではないことを確認している。

地震調査委員会（2022）[35]では、日向灘、南西諸島周辺及び与那国島周辺の被害地震が変更されたことから、敷地への影響を確認した結果、敷地における揺れは震度５弱程度以上と推定されず、敷地に大きな影響を与える地震ではないことから、地震調査委員会（2022）[35]を踏まえたプレート間地震及び海洋プレート内地震の敷地への影響はなく、地震動評価に影響がないことを確認した。

7.5.8.2　地震規模の見直し及び評価対象領域の範囲の拡大による地震動評価への影響

「7.5.6　基準地震動（「7.5.7　免震構造施設設計用基準地震動」を除く。）」では、「7.5.4.2　プレート間地震」及び「7.5.4.3　海洋プレート内地震」で、プレート間地震及び海洋プレート内地震による敷地における揺れが震度５弱程度以上と推定されず、敷地に大きな影響を与える地震ではないことを確認していることから基準地震動（「7.5.7　免震構造施設設計用基準地震動」を除く。）への影響はない。

「7.5.7　免震構造施設設計用基準地震動」では、免震構造施設の周波数特性に着目して、長大な活断層による内陸地殻内地震及びプレート間地震を選定し、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行っていることから地震調査委員会（2022）[35]の地震規模の見直し及び評価対象領域の範囲の拡大による影響を確認する。

(1)　地震規模の見直しによる影響

地震調査委員会（2022）[35]では、南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震の規模をＭ８程度と想定している。「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1）」では、第 7.5.7.2 表に示すとおり、この地震の規模を上回るＭｗ9.1 を想定していることから、地震調査委員会（2022）[35]を踏まえた「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1）」を対象とした断層モデルを用いた手法による地震動評価への影響はないことを確認した。

(2)　評価対象領域の範囲の拡大による影響

地震調査委員会（2022）[35]では、南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震について、想定される規模の巨大地震が領域内のいずれかで起こる可能性を示す評価対象領域の範囲が、敷地から遠ざかる方向に拡大された。「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1）」では、第 7.5.7.3 図に示すとおり、地震調査委員会（2022）[35]の評価対象領域内の敷地に近い位置に震源モデルを設定していることから、地震調査委員会（2022）[35]を踏まえた「琉球海溝におけるプレート間地震（Ｍｗ9.1）」を対象とした断層モデルを用いた手法による地震動評価への影響はないことを確認した。

7.5.8.3　地震動評価への影響の確認結果

以上より、地震調査委員会（2022）[35]による改訂を踏まえても地震動評価への影響がないことを確認した。

7.5.9 参考文献

(1) 文部省震災予防評議会編(1941～1943)：増訂 大日本地震史料、第一巻～第三巻.

(2) 武者金吉(1951)：日本地震史料、毎日新聞社.

(3) 東京大学地震研究所編(1981～1994)：新収 日本地震史料、第一巻～第五巻、補遺、続補遺.

(4) 国立天文台編(2013)：理科年表 平成 26 年、丸善.

(5) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013)：日本被害地震総覧 599-2012、東京大学出版会.

(6) 宇津徳治・嶋悦三・吉井敏尅・山科健一郎編(2001)：地震の事典［第２版］、朝倉書店.

(7) 気象庁：地震年報 2011 年、 地震月報（カタログ編）
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/index.html

(8) 村松郁栄(1969)：震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、自然科学、第４巻、第３号、pp.168-176.

(9) 勝又譲・徳永規一(1971)：震度Ⅳの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、験震時報、第 36 巻、第 3,4 号、pp.1-8.

(10) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)：九州地域の活断層の長期評価（第一版）.

(11) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)：市来断層帯の長期評価.

(12) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)：甑断層帯の長期評価.

(13) 松田時彦(1975)：活断層から発生する地震の規模と周期につ

いて、地震、第２輯、第 28 巻、pp.269-283.

(14) 財団法人　地域地盤環境研究所(2011)：震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書.

(15) H. Miyamachi, K. Iwakiri, H. Yakiwara, K. Goto, and T. Kakuta (1999) : Fine structure of aftershock distribution of the 1997 Northwestern Kagoshima Earthquakes with a three-dimensional velocity model, Earth Planets Space, Vol.51, pp.233- 246.

(16) 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003)：日本列島と周辺海域の地震地体構造区分、地震、第２輯、第 55 巻、第４号、pp.389-406.

(17) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)：布田川・日奈久断層帯の地震を想定した強震動評価について.

(18) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(1997)：日本の地震活動　－被害地震から見た地域別の特徴－.

(19) S. Noda, K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering, Oct. 16-18, pp.399-408.

(20) 宮腰研 ・PETUHKHIN A ・香川敬生(2004)：地殻内地震のやや短周期まで精度のある震源モデルの推定―1997 年３月鹿児島県北西部地震と 1997 年山口県北部地震―、日本地震学会 2004 年秋季大会予稿集、P065.

(21) 三宅弘恵、岩田知孝、入倉孝次郎(1999)：経験的グリーン関

数法を用いた1997年３月26日(M_{JMA}6.5)及び５月13日(M_{JMA}6.3)鹿児島県北西部地震の強震動シミュレーションと震源モデル、地震、第２輯、第51巻、pp.431-442.

(22) 菊地正幸・山中佳子(1997):97年３月26日鹿児島県薩摩地方の地震の震源過程、日本地震学会講演予稿集、No.2、P81.

(23) 独立行政法人　原子力安全基盤機構(2005):震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書、JNES/SAE05－004.

(24) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009):「全国地震動予測地図」報告書.

(25) J.D.Eshelby (1957) : The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems, Proceedings of the Royal Society, A241, pp.376-396.

(26) 中村洋光・宮武隆(2000):断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式、地震、第２輯、第53巻、pp.1-9.

(27) 壇一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井透 (2001):断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化、日本建築学会構造系論文集、第545号、pp.51－62.

(28) K.Dan, T.Watanabe and T.Tanaka (1989) : A SEMI-EMPIRICAL METHOD TO SYNTHESIZE EARTHQUAKE GROUND MOTIONS BASED ON APPROXIMATE FAR-FIELD SHEAR-WAVE DISPLACEMENT , Journal of Structural and Construction Engineering(Transactions of AIJ) , No.396 , pp.27-36.

(29) Y.Hisada(1994):An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths , Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.

(30) The Global CMT Project：http://www.globalcmt.org/.

(31) 佐藤浩章・芝良昭・東貞成・功刀卓・前田宜浩・藤原広行(2013)：物理探査・室内試験に基づく 2004 年留萌支庁南部の地震による K-NET 港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価、電力中央研究所報告

(32) 社団法人　日本原子力学会(2007)：原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準、2007、(社) 日本原子力学会標準、AESJ-SC-P006：2007.

(33) 入倉孝次郎・香川敬生・関口春子(1997)：経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良、日本地震学会講演予稿集、No.2、B25.

(34) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004)：日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価について.

(35) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2022)：日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価 (第二版) .

第 7.5.2.1 表　敷地周辺の被害地震の諸元

No.	年月日	震央位置		マグニチュード M	震央距離 (km)	地　名 (地震名)
		北緯	東経			
1	679	33.32°	130.68°	6.5～7.5	171	筑紫
2	1498. 7. 9	33.0°	132.25°	7.0～7.5	233	日向灘
3	1596. 9. 1	33.3°	131.6°	7.0±1/4	210	豊後
4	1619. 5. 1	32.5°	130.6°	6.0±1/4	83	肥後・八代
5	1625. 7.21	32.8°	130.6°	5.0～6.0	114	熊本
6	1657. 1. 3	－	－	－	－	長崎
7	1662.10.31	31.7°	132.0°	7 1/2～7 3/4	172	日向・大隅
8	1684.12.22	－	－	－	－	日向
9	1698.10.24	33.1°	131.5°	6.0	187	大分
10	1703.12.31	33.25°	131.35°	6.5±1/4	191	油布院・庄内
11	1705. 5.24	33.0°	131.2°	－	161	阿蘇付近
12	1723.12.19	32.9°	130.6°	6.5±1/4	124	肥後・豊後・筑後
13	1725.11. 8・9	32.7°	129.8°	6.0	103	肥前・長崎
14	1769. 8.29	33.0°	132.1°	7 3/4±1/4	221	日向・豊後
15	1792. 5.21	32.8°	130.3°	6.4±0.2	108	雲仙岳
16	1828. 5.26	32.6°	129.9°	6.0	89	長崎
17	1831.11.14	33.2°	130.3°	6.1	152	肥前
18	1844. 8. 8	33.0°	131.3°	－	166	肥後北部
19	1848. 1.10	33.2°	130.4°	5.9	153	筑後
20	1848. 1.25	32.85°	130.65°	－	121	熊本
21	1854.12.26	33.25°	132.0°	7.3～7.5	231	伊予西部
22	1855. 8. 6	－	－	－	－	杵築
23	1858. 2. 3	－	－	－	－	熊本
24	1889. 7.28	32.8°	130.7°	6.3	117	熊本県西部 (熊本地震)
25	1891.10.16	33.2°	131.8°	6.3	214	大分県東部
26	1893. 9. 7	31.4°	130.5°	5.3	56	鹿児島県南部
27	1894. 1. 4	31.4°	130.5°	6.3	56	鹿児島県南部
28	1894. 8. 8	32.8°	131.0°	6.3	132	熊本県東部
29	1895. 8.27	32.8°	131.0°	6.3	132	熊本県東部
30	1898. 8.10	33.6°	130.2°	6.0	196	福岡県西部
31	1898. 8.12	33.6°	130.2°	5.8	196	福岡県西部
32	1898.12. 4	32.7°	131.1°	6.7	129	熊本県東部
33	1899. 3.24	31.8°	131.1°	6.4	86	宮崎県南部
34	1899.11.25	31.9°	132.0°	7.1	171	宮崎県沖
35	1899.11.25	32.7°	132.3°	6.9	221	宮崎県沖
36	1902.12.11	31.0°	130.0°	5.3	94	鹿児島県南方沖
37	1903.10.11	31.8°	132.0°	6.2	171	宮崎県沖
38	1906. 3.13	32.5°	132.2°	6.4	203	宮崎県沖
39	1907. 3.10	32.9°	130.7°	5.4	128	熊本県北部
40	1909.11.10	32.3°	131.1°	7.6	100	宮崎県西部

つづく

つづき

No.	年月日	震央位置		マグニチュード M	震央距離 (km)	地　名 (地震名)
		北緯	東経			
41	1911. 2.18	31.9°	131.5°	5.6	124	宮崎県東部
42	1911. 8.22	32.9°	131.0°	5.7	141	熊本県東部
43	1913. 4.13	32.0°	132.0°	6.8	172	宮崎県沖
44	1913. 6.29	31.6°	130.3°	5.7	28	鹿児島県西部
45	1913. 6.30	31.6°	130.3°	5.9	28	鹿児島県西部
46	1914. 1.12	31.6°	130.6°	7.1	47	鹿児島県中部 (桜島地震)
47	1915. 7.14	31.9°	130.8°	5.0	58	鹿児島県北東部
48	1916. 3. 6	33.5°	131.6°	6.1	227	大分県東部
49	1916.12.29	32.3°	130.5°	6.1	59	熊本県南部
50	1921. 4.19	32.6°	132.1°	5.5	199	宮崎県沖
51	1922.12. 8	32.7°	130.1°	6.9	97	橘湾 (島原(千々石湾)地震)
52	1922.12. 8	32.7°	130.1°	6.5	97	橘湾
53	1923. 7.13	30° 36'	131° 12'	7.1	167	種子島付近
54	1929. 1. 2	33° 07.24'	130° 52.04'	5.5	156	大分県北部
55	1929. 5.22	31° 44.97'	131° 53.33'	6.9	161	日向灘
56	1929. 8. 8	33° 32.35'	130° 16.36'	5.1	189	福岡県中部
57	1930. 2. 5	33° 27.71'	130° 18.78'	5.0	181	福岡県中部
58	1931.11. 2	31° 47.48'	132° 00.12'	7.1	172	日向灘
59	1931.12.21	32° 29.19'	130° 29.25'	5.5	78	天草地方
60	1931.12.22	32° 30.22'	130° 30.11'	5.6	80	天草地方
61	1931.12.26	32° 29.66'	130° 31.75'	5.8	80	天草地方
62	1937. 1.27	32° 47.13'	130° 48.81'	5.1	121	熊本県北西部
63	1939. 3.20	32° 05.07'	131° 44.83'	6.5	150	日向灘
64	1941.11.19	32° 07.11'	132° 08.05'	7.2	186	日向灘
65	1947. 5. 9	33° 22.33'	130° 56.99'	5.5	185	大分県北部
66	1948. 5. 9	31° 15.73'	131° 25.09'	6.4	133	大隈半島南東沖
67	1961. 2.27	31° 38.7'	131° 53.2'	7.0	162	日向灘
68	1961. 3.14	31° 59.3'	130° 42.0'	―	51	九州南部　えびの
69	1966.11.12	33° 04'	130° 16'	5.5	137	有明海北部
70	1968. 2.21	32° 01'	130° 43'	5.7	54	九州南部　えびの
71	1968. 2.21	32° 01'	130° 43'	6.1	54	九州南部　えびの (えびの地震)
72	1968. 2.22	32° 00'	130° 46'	5.6	58	九州南部　えびの
73	1968. 3.25	32° 01'	130° 43'	5.7	54	九州南部　えびの
74	1968. 3.25	31° 59'	130° 44'	5.4	54	九州南部　えびの
75	1968. 4. 1	32° 17'	132° 32'	7.5	227	日向灘 (日向灘地震)
76	1969. 4.21	32° 09'	132° 07'	6.5	185	日向灘
77	1970. 7.26	32° 04'	132° 02'	6.7	176	日向灘
78	1972. 9. 6	32° 45'	130° 26'	5.2	104	熊本県北西部

つづく

つづき

No.	年月日	震央位置		マグニチュード M	震央距離 (km)	地　名 (地震名)
		北緯	東経			
79	1975. 1.22	33° 02’	131° 08’	5.5	160	熊本県北東部
80	1975. 1.23	33° 00’	131° 08’	6.1	157	熊本県北東部
81	1975. 4.21	33° 08’	131° 20’	6.4	180	大分県北部
82	1984. 8. 6	32° 45.6’	130° 10.6’	5.7	103	雲仙岳付近
83	1984. 8. 7	32° 23.0’	132° 09.2’	7.1	195	日向灘
84	1987. 3.18	31° 58.4’	132° 03.7’	6.6	178	日向灘
85	1994. 2.13	32° 05.1’	130° 29.7’	5.7	40	鹿児島県北西部
86	1996. 9. 9	30° 29.36’	130° 57.60’	5.8	166	種子島付近
87	1996.10.19	31° 47.92’	132° 00.50’	6.9	172	日向灘
88	1996.12. 3	31° 46.19’	131° 40.83’	6.7	141	日向灘
89	1997. 3.26	31° 58.37’	130° 21.54’	6.6	22	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震)
90	1997. 4. 3	31° 58.22’	130° 19.32’	5.7	20	鹿児島県北西部
91	1997. 4. 5	31° 58.21’	130° 24.22’	5.2	25	鹿児島県北西部
92	1997. 4. 9	31° 58.41’	130° 24.66’	5.1	26	鹿児島県北西部
93	1997. 5.13	31° 56.90’	130° 18.16’	6.4	17	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震)
94	1997. 5.14	31° 56.16’	130° 20.65’	5.1	18	鹿児島県北西部
95	2000. 6. 8	32° 41.54’	130° 45.72’	5.0	109	熊本県南部
96	2002.11. 4	32° 24.76’	131° 52.17’	5.9	171	日向灘
97	2006. 6.12	33° 08.12’	131° 26.13’	6.2	186	大分県北部
98	2010. 1.25	30° 52.46’	131° 09.03’	5.4	140	大隈半島南東沖

第 7.5.2.2 表　気象庁震度階級関連解説表(2009)
木造建物（住宅）の状況

震度階級	木造建物（住宅）	
	耐震性が高い	耐震性が低い
５弱	―	壁などに軽微なひび割れ･亀裂がみられることがある。
５強	―	壁などにひび割れ･亀裂がみられることがある。
６弱	壁などに軽微なひび割れ･亀裂がみられることがある。	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 壁などに大きなひび割れ･亀裂が入ることがある。 瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。
６強	壁などにひび割れ･亀裂がみられることがある。	壁などに大きなひび割れ･亀裂が入るものが多くなる。 傾くものや、倒れるものが多くなる。
７	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 まれに傾くことがある。	傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。

（注１）木造建物（住宅）の耐震性により２つに区分けした。耐震性は、建築年代の新しいものほど高い傾向があり、概ね昭和 56 年（1981 年）以前は耐震性が低く、昭和 57 年（1982 年）以降には耐震性が高い傾向がある。しかし、構法の違いや壁の配置などにより耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

（注２）この表における木造の壁のひび割れ、亀裂、損壊は、土壁（割り竹下地）、モルタル仕上壁（ラス、金網下地を含む）を想定している。下地の弱い壁は、建物の変形が少ない状況でも、モルタル等が剥離し、落下しやすくなる。

（注３）木造建物の被害は、地震の際の地震動の周期や継続時間によって異なる。平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震のように、震度に比べ建物被害が少ない事例もある。

第 7.5.2.3 表　気象庁震度階級関連解説表(2009)
鉄筋コンクリート造建物の状況

震度階級	鉄筋コンクリート造建物	
	耐震性が高い	耐震性が低い
５強	―	壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。
６弱	壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。
６強	壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。	壁、梁（はり）、柱などの部材に、斜めやＸ状のひび割れ・亀裂がみられることがある。 １階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。
７	壁、梁（はり）、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂がさらに多くなる。 １階あるいは中間階が変形し、まれに傾くものがある。	壁、梁（はり）、柱などの部材に、斜めやＸ状のひび割れ・亀裂が多くなる。 １階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものが多くなる。

（注１）鉄筋コンクリート造建物では、建築年代の新しいものほど耐震性が高い傾向があり、概ね昭和 56 年（1981 年）以前は耐震性が低く、昭和 57 年（1982 年）以降は耐震性が高い傾向がある。しかし、構造形式や平面的、立面的な耐震壁の配置により耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

（注２）鉄筋コンクリート造建物は、建物の主体構造に影響を受けていない場合でも、軽微なひび割れがみられることがある。

第 7.5.2.4 表　敷地周辺における主な地震の諸元

No.	発生年月日	地震の名称	マグニチュード M	震央距離 (km)
1	1914.1.12	桜島地震	7.1	47
2	1997.3.26	鹿児島県北西部地震	6.6	22
3	1997.5.13	鹿児島県北西部地震	6.4	17

第 7.5.4.1 表　敷地周辺の主な活断層

No.	断層の名称	断層長さ (km)	マグニチュード M※1	震央距離 (km)
1	市来断層帯市来区間	24.9	7.2	12
2	辻の堂断層※2	12.3	6.8	29
3	笠山周辺断層群－水俣南断層群	31.8	7.3	34
4	長島西断層・長島断層群	20.0	7.0	34
5	出水断層系	23.0	7.1	35
6	人吉盆地南縁断層	21.8	7.1	79
7	布田川・日奈久断層帯	92.7	8.1	92
8	緑川断層帯	33.6	7.4	115
9	甑断層帯甑区間	40.9	7.5	26
10	市来断層帯甑海峡中央区間	38.5	7.5	29
11	市来断層帯吹上浜西方沖区間	20.2	7.0	30
12	Ｆ－Ｅ断層※2	9.1	6.8	22
13	Ｆ－Ｆ断層	18.0	6.9	27
14	甑島北方断層	28.1	7.2	34
15	甑島西方断層	62.5	7.8	63
16	長崎海脚断層	86.4	8.1	80
17	男女海盆北方断層	50.1	7.7	103
18	男女海盆断層	51.1	7.7	106

※1：マグニチュードは、松田(1975)[13]による式に基づく（ただし、※2 を除く）。

※2：地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる断層（以下「孤立した短い活断層」という。）については、安全評価上、M6.8 を考慮する。

第 7.5.5.1 表　主な観測地震

No.	地　名 (地震名)	発震年月日 時　刻※	震央位置※ 北緯 東経	マグニチュード※ M	震源深さ※ (km)	震央距離 Δ (km)	気象庁震度階級
1	九州西側海域	1984.8.15 3:30:12	31° 32.8' 130° 3.8'	5.5	13	34	4　鹿児島市東郡元
2	鹿児島県北西部	1994.2.13 2:6:56	32° 5.1' 130° 29.7'	5.7	5.2	40	4　人吉市城本町、天草市牛深町、阿久根市赤瀬川（旧）
3	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：本震)	1997.3.26 17:31:48	31° 58.37' 130° 21.54'	6.6	11.85	22	5強　阿久根市赤瀬川（旧）、薩摩川内市中郷、さつま町宮之城屋地 4　雲仙市小浜町雲仙、熊本市京町（旧）、八代市平山新町、宇城市松橋町、人吉市城本町、芦北町芦北、上天草市大矢野町、天草市牛深町、都城市昌蒲原、鹿児島市東郡元、枕崎市高見町（旧）、大口市山野、霧島市隼人町内山田
4	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：余震)	1997.4.3 4:33:23	31° 58.22' 130° 19.32'	5.7	14.79	20	5強　薩摩川内市中郷 5弱　阿久根市赤瀬川（旧）、さつま町宮之城屋地 4　芦北町芦北、霧島市隼人町内山田
5	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：本震)	1997.5.13 14:38:28	31° 56.90' 130° 18.16'	6.4	9.24	17	6弱　薩摩川内市中郷 5強　さつま町宮之城屋地 5弱　阿久根市赤瀬川（旧） 4　八代市平山新町、宇城市松橋町、人吉市城本町、芦北町芦北、上天草市大矢野町、都城市昌蒲原、鹿児島市東郡元、鹿児島市下福元、枕崎市高見町（旧）、大口市山野、霧島市隼人町内山田

※：地震諸元は、「地震年報、2011 年[7]」による。

第 7.5.5.2 表　地震動評価に用いる地下構造モデル

層上面 EL.（m）	層厚 （m）	密度 ρ （g/cm^3）	Vp （km/s）	Vs （km/s）	Q値
-18.5	10	2.70	3.20	1.50	100
-28.5	452	2.70	3.70	1.60	100
-480	538	2.70	4.40	2.15	200
-1018.5	1,000	2.70	5.20	3.01	200
-2018.5	1,000	2.70	5.60	3.24	300
-3018.5	14,000	2.70	5.90	3.50	300
-17018.5	16,000	3.00	6.60	3.80	500
-33018.5	―	3.30	7.60	4.30	500

第 7.5.5.3 表　地下構造モデルの妥当性確認に用いる観測地震

No.	地　名 (地震名)	発震年月日 時　刻※	震央位置※ 北緯 東経	マグニチュード※ M	震源深さ※ (km)	震央距離 Δ (km)	気象庁震度階級
1	九州西側海域	1984.8.15 3:30:12	31° 32.8' 130° 3.8'	5.5	13	34	4　鹿児島市東郡元
2	鹿児島県北西部	1994.2.13 2:6:56	32° 5.1' 130° 29.7'	5.7	5.2	40	4　人吉市城本町、天草市牛深町、阿久根市赤瀬川（旧）
3	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：本震)	1997.3.26 17:31:48	31° 58.37' 130° 21.54'	6.6	11.85	22	5強　阿久根市赤瀬川（旧）、薩摩川内市中郷、さつま町宮之城屋地 4　雲仙市小浜町雲仙、熊本市京町（旧）、八代市平山新町、宇城市松橋町、人吉市城本町、芦北町芦北、上天草市大矢野町、天草市牛深町、都城市菖蒲原、鹿児島市東郡元、枕崎市高見町（旧）、大口市山野、霧島市隼人町内山田
4	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：余震)	1997.4.3 4:33:23	31° 58.22' 130° 19.32'	5.7	14.79	20	5強　薩摩川内市中郷 5弱　阿久根市赤瀬川（旧）、さつま町宮之城屋地 4　芦北町芦北、霧島市隼人町内山田
5	鹿児島県北西部 (鹿児島県北西部地震：本震)	1997.5.13 14:38:28	31° 56.90' 130° 18.16'	6.4	9.24	17	6弱　薩摩川内市中郷 5強　さつま町宮之城屋地 5弱　阿久根市赤瀬川（旧） 4　八代市平山新町、宇城市松橋町、人吉市城本町、芦北町芦北、上天草市大矢野町、都城市菖蒲原、鹿児島市東郡元、鹿児島市下福元、枕崎市高見町（旧）、大口市山野、霧島市隼人町内山田

つづき

No.	地名 (地震名)	発震年月日 時　刻※	震央位置※ 北緯 東経	マグニチュード※ M	震源 深さ※ (km)	震央 距離 Δ(km)	気象庁震度階級
6	薩摩半島 西方沖	2015.11.14 5:51:30	30° 56.59' 128° 35.40'	7.1	17	181	4　白石町有明、鹿児島市東郡元、鹿児島市祇園之洲町、鹿児島市喜入町、鹿児島市桜島赤水新島、いちき串木野市湊町、南さつま市大浦町、南さつま市金峰町尾下、屋久島町口永良部島公民館
7	薩摩半島 西方沖	2015.11.15 4:20:18	31° 19.83' 128° 43.04'	5.9	9.36	151	最大震度が3以下のため記載を省略
8	熊本県 熊本地方 (熊本地震:前震)	2016.4.14 21:26:34	32° 44.50' 130° 48.52'	6.5	11.39	116	7　益城町宮園 6弱　玉名市天水町(旧)、西原村小森、嘉島町上島、宇城市松橋町、宇城市不知火町、宇城市小川町(旧)、宇城市豊野町、熊本東区佐土原、熊本西区春日、熊本南区城南町(旧)、熊本南区富合町 5強　玉名市横島町、菊池市旭志(旧)、宇土市浦田町(旧)、大津町大津(旧)、菊陽町久保田、御船町御船、熊本美里町永富、熊本美里町馬場、山都町下馬尾、氷川町島地、合志市竹迫、熊本中央区大江、熊本北区植木町
9	熊本県 熊本地方 (熊本地震:余震)	2016.4.14 22:7:35	32° 46.53' 130° 50.97'	5.8	8.26	122	6弱　益城町宮園 5強　西原村小森、熊本東区佐土原 5弱　玉名市天水町(旧)、菊池市旭志(旧)、大津町大津(旧)、菊陽町久保田、熊本美里町永富、合志市竹迫、熊本中央区大江、熊本西区春日、熊本南区富合町
10	熊本県 熊本地方 (熊本地震:余震)	2016.4.15 0:3:46	32° 42.04' 130° 46.66'	6.4	6.71	111	6強　益城町宮園、宇城市豊野町 6弱　宇城市松橋町、宇城市小川町(旧)、氷川町島地、熊本南区城南町(旧) 5強　八代市千丁町、八代市鏡町、宇土市浦田町(旧)、西原村小森、御船町御船、嘉島町上島、熊本美里町永富、熊本美里町馬場、宇城市不知火町、氷川町宮原、熊本西区春日、熊本南区富合町

つづく

つづき

No.	地名 (地震名)	発震年月日 時　刻※	震央位置※ 北緯 東経	マグニチュード※ M	震源深さ※ (km)	震央距離 Δ(km)	気象庁震度階級
11	熊本県 熊本地方 (熊本地震:本震)	2016.4.16 1:25:5	32° 45.27' 130° 45.78'	7.3	12.45	116	7　西原村小森、益城町宮園 6強　南阿蘇村河陽（旧）、菊池市旭志（旧）、宇土市浦田町（旧）、大津町大津（旧）、嘉島町上島、宇城市松橋町、宇城市小川町（旧）、宇城市豊野町、合志市竹迫、熊本中央区大江、熊本東区佐土原、熊本西区春日 6弱　阿蘇市一の宮町、阿蘇市内牧、南阿蘇村中松、南阿蘇村河陰、八代市鏡町、玉名市横島町、玉名市天水町（旧）、菊池市隈府、菊池市泗水町、大津町引水、菊陽町久保田、御船町御船、熊本美里町永富、熊本美里町馬場、宇城市不知火町、山都町下馬尾、氷川町島地、合志市御代志、和水町江田、熊本南区城南町（旧）、熊本南区富合町、熊本北区植木町、上天草市大矢野町、天草市五和町、別府市鶴見、由布市湯布院町川上（旧）
12	熊本県 熊本地方 (熊本地震:余震)	2016.4.16 1:44:7	32° 45.19' 130° 45.69'	5.4	15.16	115	5弱　玉名市天水町（旧）、西原村小森、益城町宮園、熊本西区春日、熊本北区植木町 4　島原市有明町、雲仙市小浜町雲仙、南島原市北有馬町、南島原市深江町、熊本高森町高森、八代市平山新町、八代市千丁町、八代市坂本町（旧）、玉名市横島町、山鹿市菊鹿町、山鹿市鹿本町、山鹿市鹿央町、菊池市隈府、菊池市泗水町、菊池市旭志（旧）、宇土市浦田町（旧）、玉東町木葉、長洲町長洲、大津町引水、大津町大津（旧）、御船町御船、嘉島町上島、甲佐町豊内、熊本美里町永富、熊本美里町馬場、宇城市松橋町、宇城市不知火町、宇城市小川町（旧）、宇城市豊野町、山都町下馬尾、氷川町島地、合志市竹迫、合志市御代志、和水町江田、熊本中央区大江、熊本東区佐土原、熊本南区城南町（旧）、熊本南区富合町、芦北町芦北、芦北町田浦町、上天草市大矢野町、上天草市松島町、天草市五和町

つづく

つづき

No.	地名 (地震名)	発震年月日 時　刻※	震央位置※ 北緯 東経	マグニチュード※ M	震源深さ※ (km)	震央距離 Δ (km)	気象庁震度階級
13	熊本県 熊本地方 (熊本地震:余震)	2016.4.16 1:45:55	32° 51.79' 130° 53.94'	5.9	10.55	132	6弱　菊陽町久保田、益城町宮園、合志市竹迫、熊本東区佐土原 5強　玉名市天水町（旧）、菊池市旭志（旧）、大津町引水、大津町大津（旧）、西原村小森、嘉島町上島、和水町江田 5弱　南島原市加津佐町、南阿蘇村河陽（旧）、玉名市岱明町、玉名市横島町、菊池市泗水町、長洲町長洲、宇城市松橋町、合志市御代志、熊本中央区大江、熊本西区春日、熊本南区城南町（旧）、熊本南区富合町、熊本北区植木町、上天草市大矢野町
14	熊本県 阿蘇地方 (熊本地震:余震)	2016.4.16 3:3:11	32° 57.83' 131° 5.21'	5.9	6.89	151	5強　阿蘇市一の宮町、阿蘇市内牧、南阿蘇村中松 5弱　阿蘇市波野（旧） 4　久留米市北野町、柳川市大和町、柳川市本町、八女市矢部村、朝倉市杷木池田、みやま市高田町、南小国町赤馬場、産山村山鹿、熊本高森町高森、南阿蘇村吉田、南阿蘇村河陽（旧）、玉名市横島町、玉名市天水町（旧）、菊池市旭志（旧）、大津町引水、菊陽町久保田、西原村小森、益城町宮園、合志市竹迫、熊本北区植木町、天草市五和町、豊後大野市清川町（旧）、日田市前津江町（旧）、日田市上津江町、竹田市直入町、竹田市荻町、九重町後野上
15	熊本県 阿蘇地方 (熊本地震:余震)	2016.4.16 3:55:53	33° 1.59' 131° 11.46'	5.8	10.89	162	6強　産山村山鹿 5強　阿蘇市波野（旧）、南阿蘇村中松 5弱　南小国町赤馬場、熊本高森町高森、阿蘇市一の宮町、阿蘇市内牧、竹田市荻町
16	熊本県 熊本地方 (熊本地震:余震)	2016.4.16 9:48:33	32° 50.82' 130° 50.10'	5.4	15.91	128	6弱　菊池市旭志（旧） 5弱　玉名市天水町（旧）、大津町引水、大津町大津（旧）、菊陽町久保田、熊本美里町永富、合志市竹迫 4　南阿蘇村中松、南阿蘇村河陰、八代市坂本町（旧）、玉名市横島町、菊池市隈府、菊池市泗水町、西原村小森、嘉島町上島、甲佐町豊内、熊本美里町馬場、宇城市松橋町、宇城市不知火町、宇城市小川町（旧）、宇城市豊野町、山都町下馬尾、合志市御代志、和水町江田、熊本中央区大江、熊本東区佐土原、熊本西区春日、熊本南区城南町（旧）、熊本南区富合町、熊本北区植木町、日田市中津江村栃野（旧）

つづく