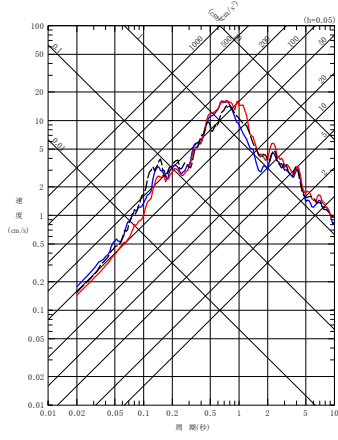
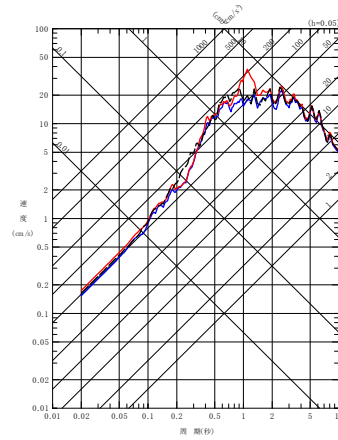


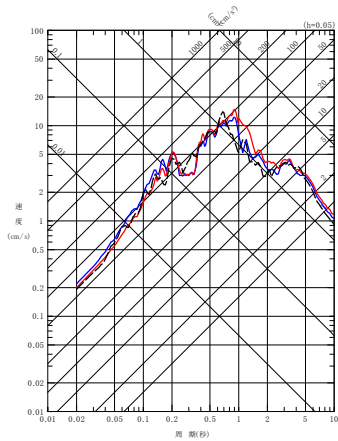
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 — 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 — 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



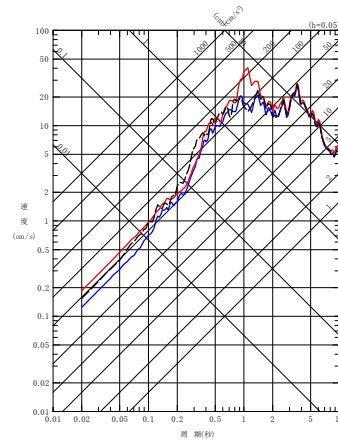
(a) NS 方向



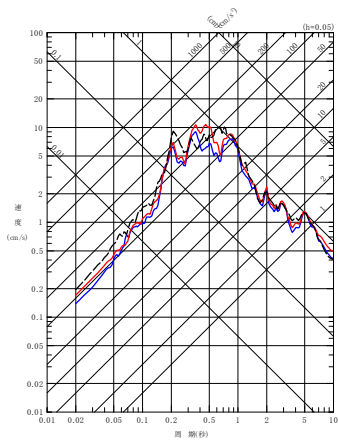
(a) NS 方向



(b) EW 方向

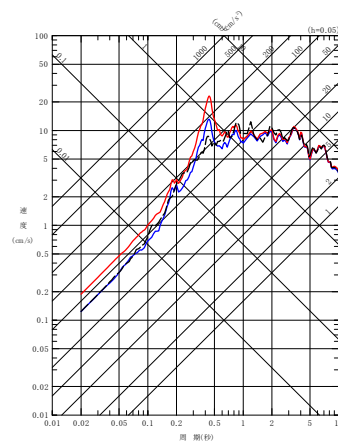


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(1) 200807240026 地震



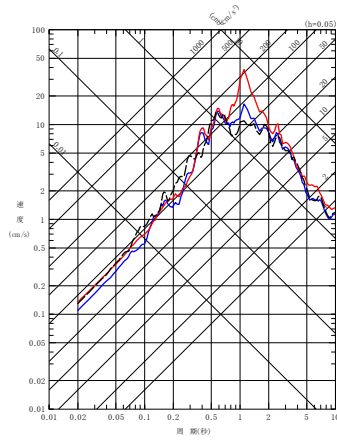
(c) UD 方向

(2) 201103111446 地震

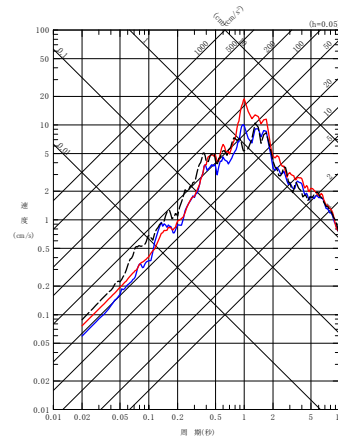
第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (1/6)

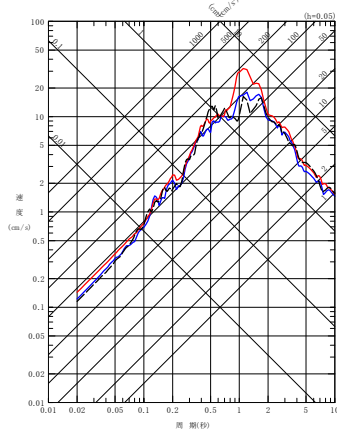
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



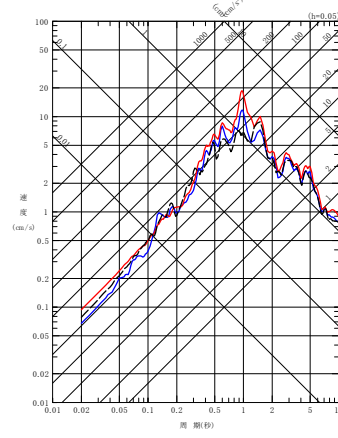
(a) NS 方向



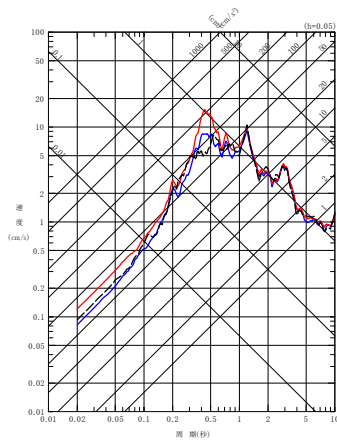
(a) NS 方向



(b) EW 方向

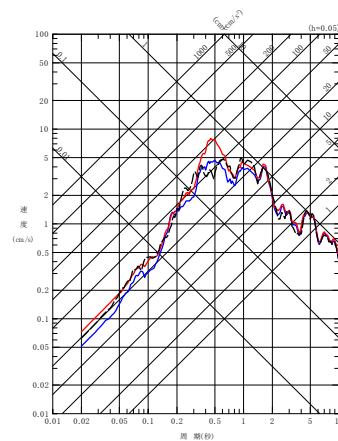


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(3) 201103111508



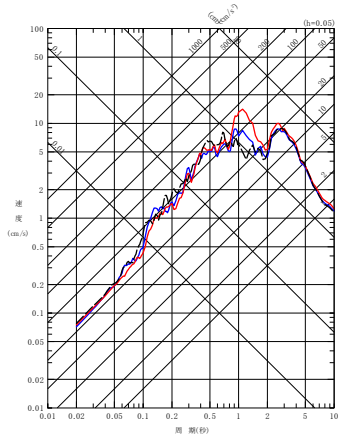
(c) UD 方向

(4) 201104072332 地震

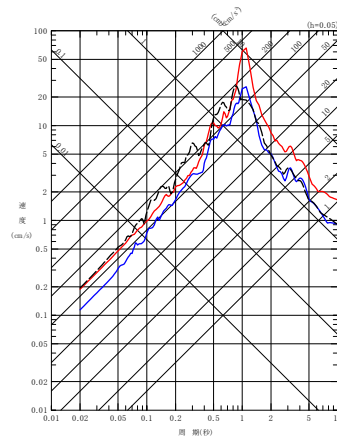
第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (2/6)

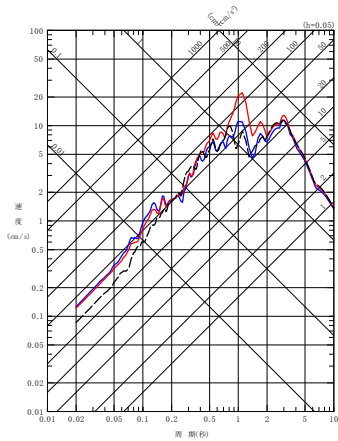
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (1)ニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



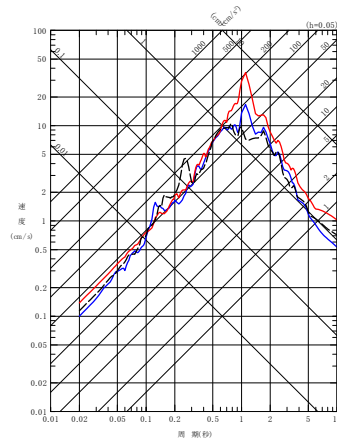
(a) NS 方向



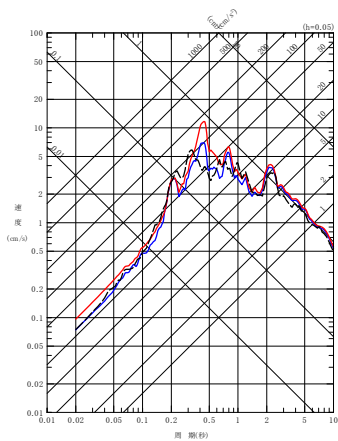
(a) NS 方向



(b) EW 方向

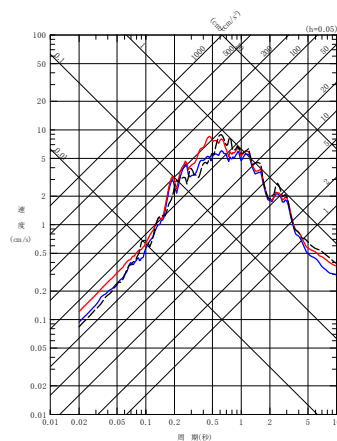


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(5) 201106230650 地震



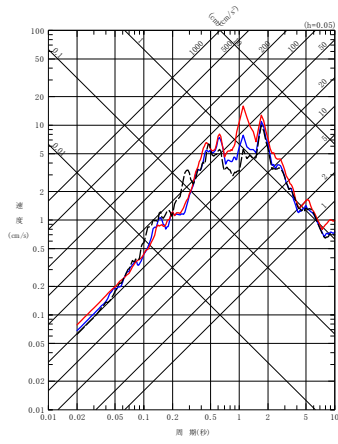
(c) UD 方向

(6) 201205240002 地震

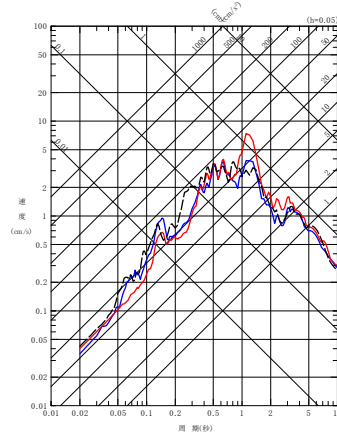
第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (3/6)

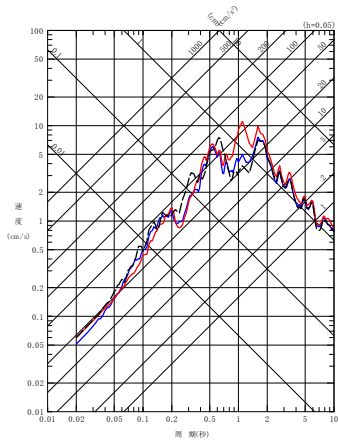
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 - - 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 - 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



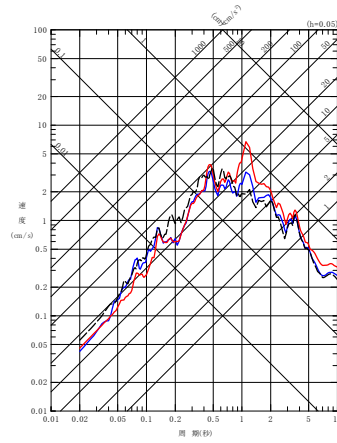
(a) NS 方向



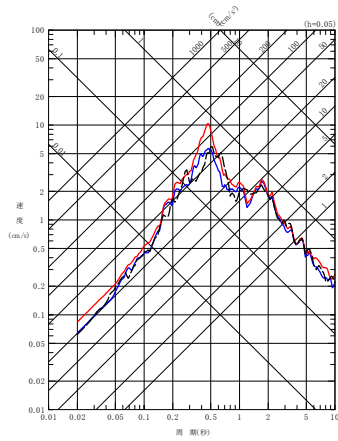
(a) NS 方向



(b) EW 方向

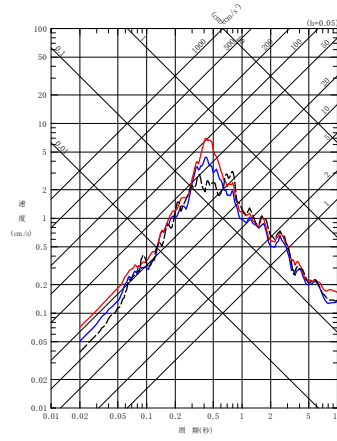


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(7) 201212071718 地震



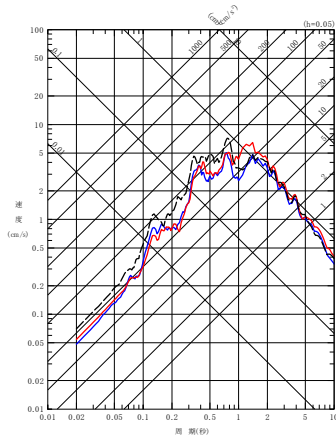
(c) UD 方向

(8) 201408101243 地震

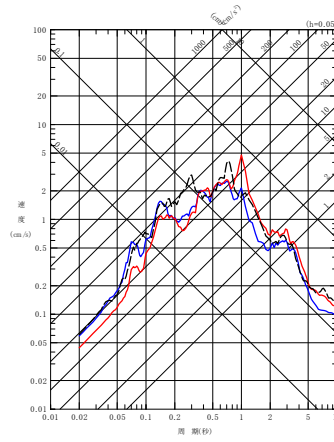
第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (4/6)

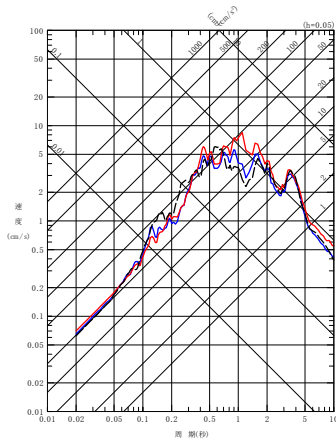
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 - - 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 - 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



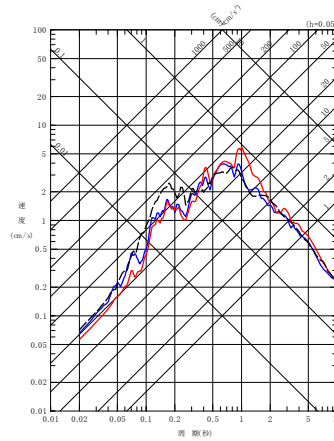
(a) NS 方向



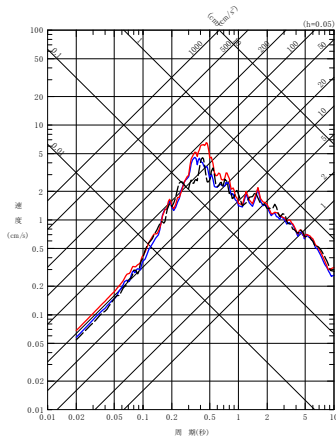
(a) NS 方向



(b) EW 方向

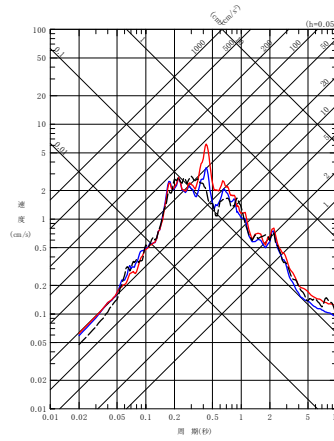


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(9) 201601141225 地震



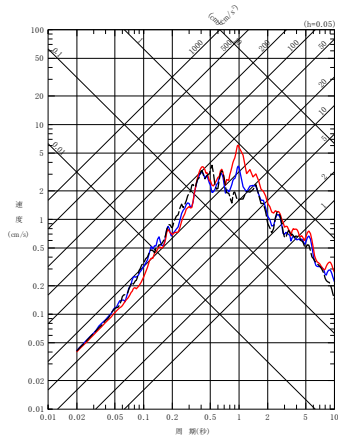
(c) UD 方向

(10) 201908151432 地震

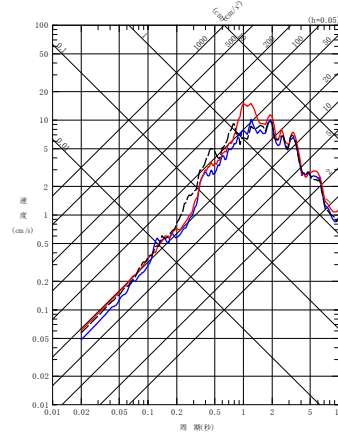
第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (5/6)

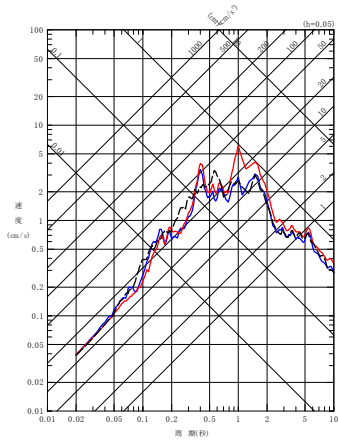
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 - - - 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 - - - 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



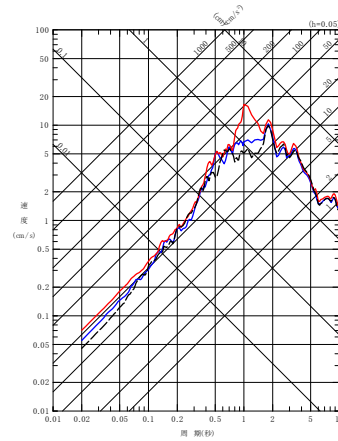
(a) NS 方向



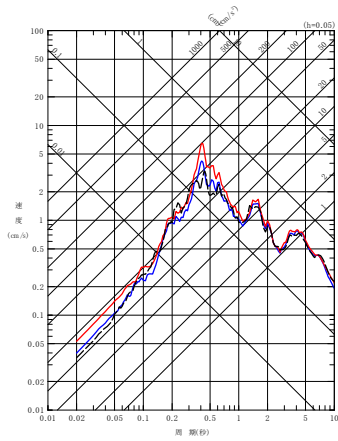
(a) NS 方向



(b) EW 方向

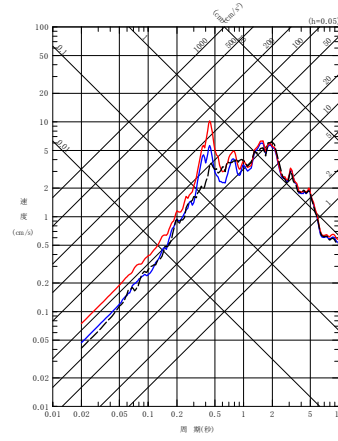


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(11) 202012210223 地震

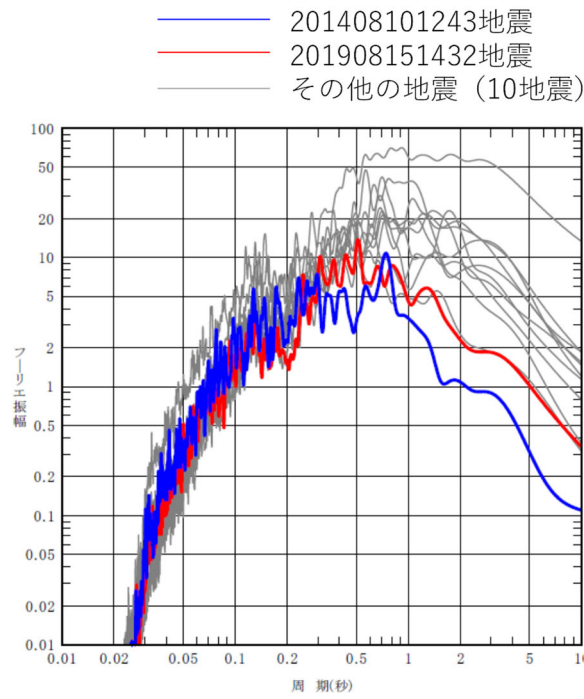


(c) UD 方向

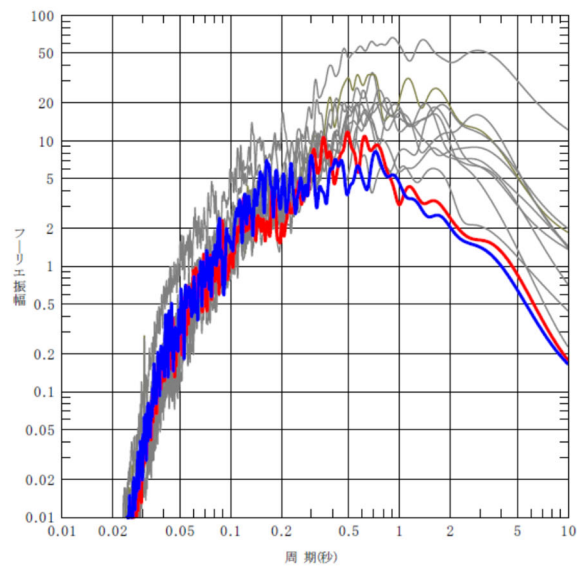
(12) 202203162336

第 4.4.9-14 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

西側地盤観測点 (6/6)



(NS成分)



(EW成分)

第 4.4.9-15 図 検討に用いた地震観測記録のフーリエスペクトル
(西側地盤, GL-18m, Parzen ウィンドウ 0.2Hz)

(3) 東側地盤観測点

東側地盤における振動数依存性を考慮しない場合の条件における地震観測記録のシミュレーション結果を、振動数依存性を考慮した場合の条件における結果とあわせて第 4.4.9-16 図に示す。

東側地盤において、振動数依存性を考慮しない場合は、長周期成分において、振動数依存特性を考慮する場合に比べて減衰定数を小さく評価することから、長周期成分の地盤応答を大きく与えることを確認した。

短周期側については、減衰定数を振動数依存特性を考慮する場合に比べて大きく評価することになるものの、地盤応答に対しては小さく評価されず、振動数依存性を考慮した場合と比較して、建物・構築物の固有周期帯（水平 0.2～0.3 秒，鉛直 0.1 秒～0.2 秒）において、概ねいずれの地震においても、振動数依存性を考慮しない条件によるシミュレーション結果が、振動数依存性を考慮した場合のシミュレーション結果及び地震観測記録を上回ることを確認した。

これは、振動数依存性を考慮しない条件により求められる伝達関数は、第 4.4.9-9 図及び第 4.4.9-10 図における同定結果の伝達関数のグラフに示すとおり、振動数依存性を考慮した場合と比較して、長周期側を大きく評価する結果となっていることによるものと考えられる。

伝達関数は、地震波が有する周期成分ごとの地震動の大きさを直接示したフーリエスペクトルの比率により算定されるが、ある周期成分の地震動は、その周辺の周期帯にも応答として作用することになる。本評価において確認している応答スペクトルは、様々な周期成分をもつ地震動に対する応答の最大値を周期ごとにプロットしたものであることから、前述の同定結果における伝達関数の周期ごとの大小関係とは必ずしも一致しない。

地盤の応答解析において応答スペクトルを評価する際には、特に、地盤応答を評価する上で支配的な、振幅の大きい長周期側（地盤の 1 次及び 2 次の固有周期に該当）の地震波の増幅を大きく評価した場合、短周期側の応答スペクトルを大きく評価することになる。本評価においても、振動数依存性を考慮しない場合には地盤の 1 次及び 2 次固有周期における周期成分の地震動を地震観測記録に対して大きく評価した結果、全周期帯において大きな地震動を与える結果となったものとする。

「参考 2 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価に関する補足検討結果」の「4. シミュレーション解析結果のフーリエスペクトル」に、本シミュレーション解析結果のフーリエスペクトルを示す。フーリエスペクトルは、減衰定数の大小関係と対応するように、短周期側の地震動成分は「周波数依存性あり（リニア型）」>「周波数依存性あり（バイリニア型）」>「周波数依存性なし」と、「周波数依存性なし」とした場合が最も小さくなっているが、長周期側（特に地盤の 1 次に相当する水平では 0.5～1.0 秒、鉛直では 0.4 秒付近の卓越）では、逆に「周波数依存性なし」が最も大きくなっている。

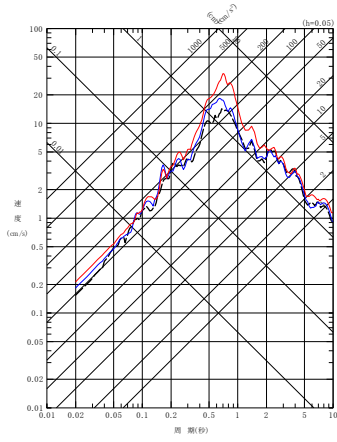
応答スペクトルについては、卓越する周期成分による応答が短周期成分の応答まで影響を与えるため、フーリエスペクトルに見られるような差は直接現れず、むしろ短周期側の応答も「周波数依存性なし」の方が大きくなっている。このような応答スペクトルの特性に加えて、フーリエスペクトルの短周期側の振幅レベルが、長周期側の振幅レベルに対して $10^2 \sim 10^3$ オーダーで小さくなっていることも、短周期側の応答が減衰定数の大小関係と一致しない要因となっている。

なお、一部の地震（(8)201408101243 地震の NS,EW 成分及び (10)201908151432 地震の NS 成分）については、リニア型による同定結果に対し、一定減衰を考慮した同定結果に基づくシミュレーション結果が、周期 0.2～0.3 秒より短周期側の応答スペクトルを小さく評価する。

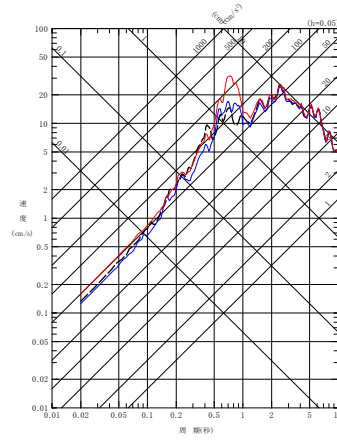
これは、第 4.4.9-9 図に示した同定結果において、上記周期で部分的にリニア型の同定結果を下回っており、さらに、これらの地震は、基準地震動 S_s において検討用地震として考慮する地震や、検討に用いたその他の地震と比較して地震規模が小さいため（(8) 201408101243 地震：M 6.1, (10) 201908151432 地震：M5.5）、第 4.4.9-17 図に示す各地震のフーリエスペクトルのとおり、他地震と比較して長周期側の成分の地震動レベルが小さくなっていることから、上記に示した長周期側の地震動を大きく評価する効果が現れなかったことに起因すると考えられる。

ただし、伝達関数の山谷の周期に対しては、速度構造の同定結果による影響が支配的であり、減衰定数による影響が大きく表れる短周期側の地震動の大きさに対しては上記のとおり大きな地震動を与える傾向を示していることから、減衰定数の同定結果としては、適切なものとなっていると考えられる。

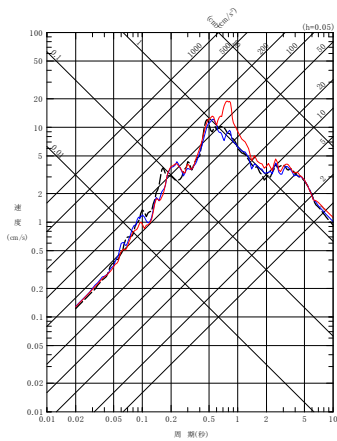
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (1)ニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



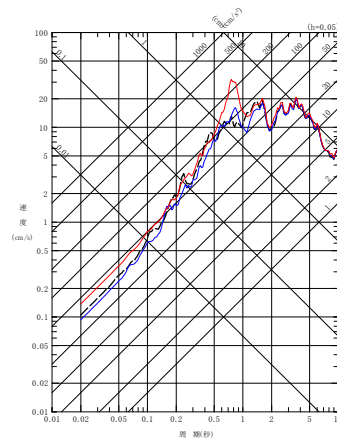
(a) NS 方向



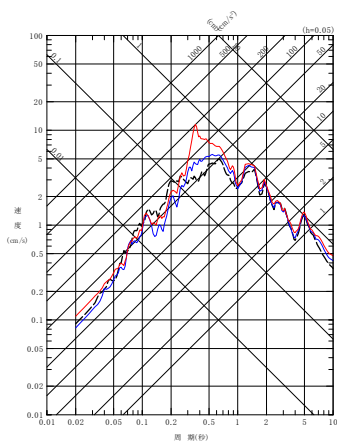
(a) NS 方向



(b) EW 方向

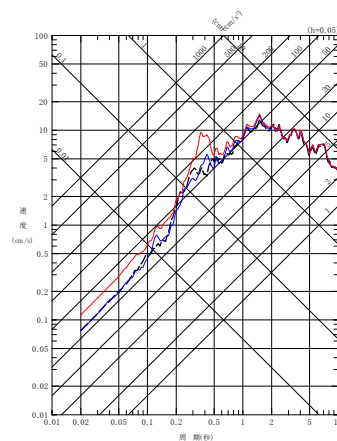


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(1) 200807240026 地震



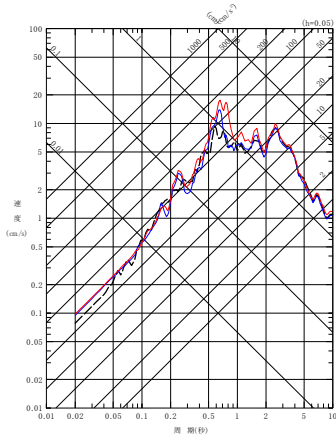
(c) UD 方向

(2) 201103111446 地震

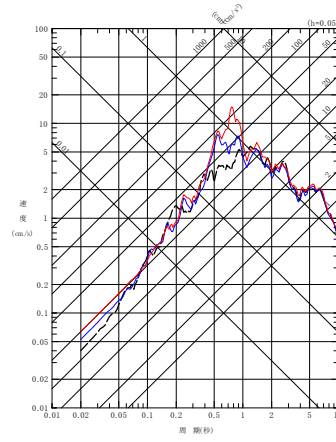
第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

東側地盤観測点 (1/6)

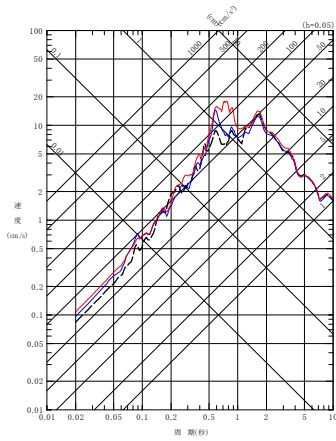
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



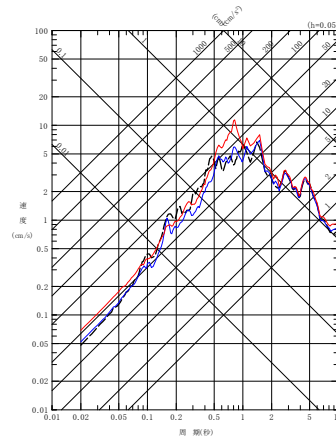
(a) NS 方向



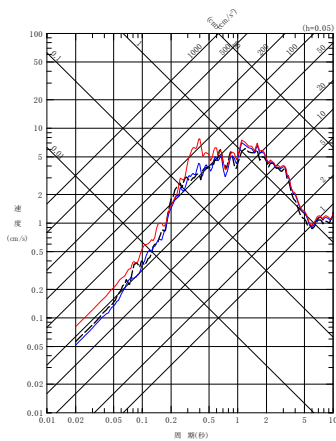
(a) NS 方向



(b) EW 方向

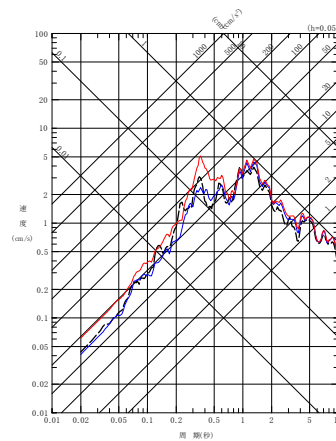


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(3) 201103111508 地震

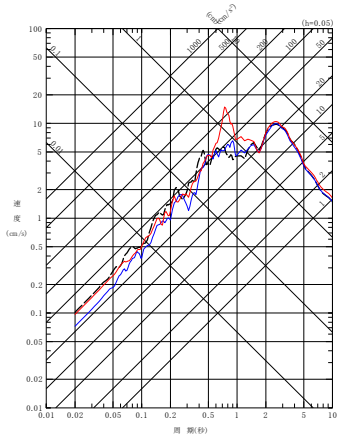


(c) UD 方向

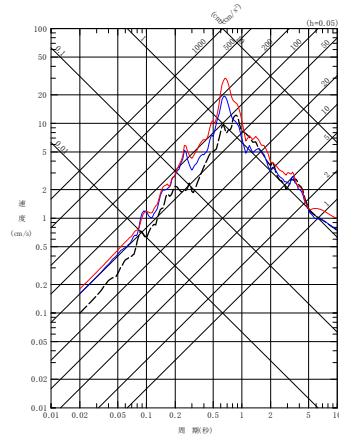
(4) 201104072332 地震

第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果
 東側地盤観測点 (2/6)

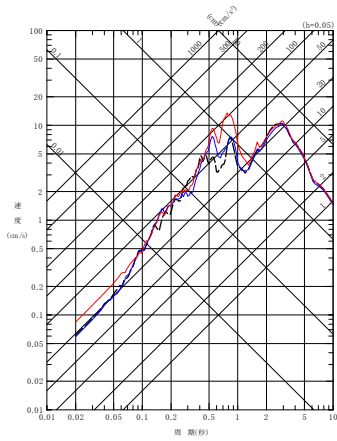
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



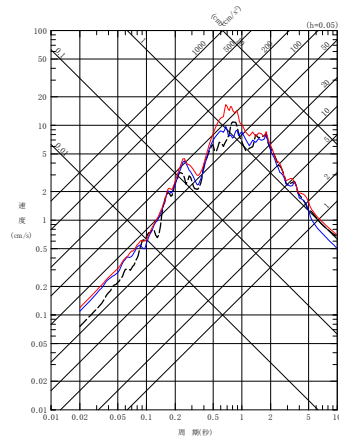
(a) NS 方向



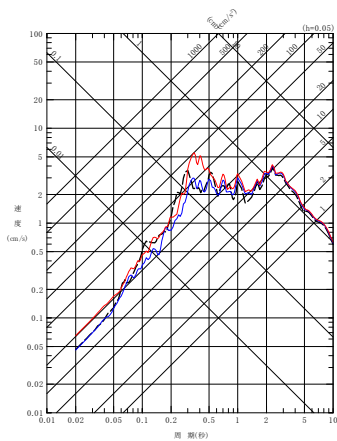
(a) NS 方向



(b) EW 方向

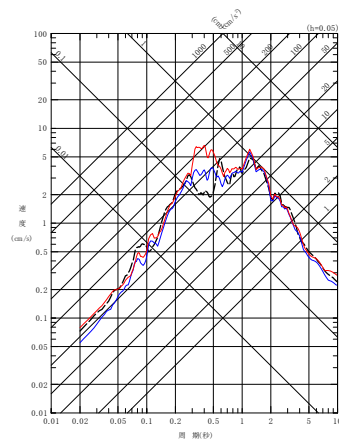


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(5) 201106230650 地震

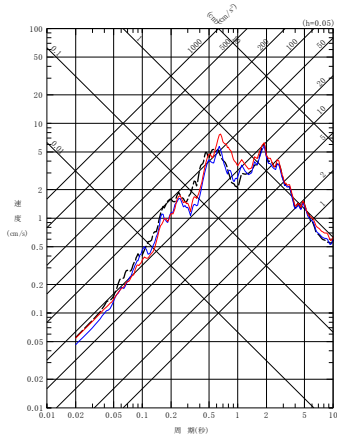


(c) UD 方向

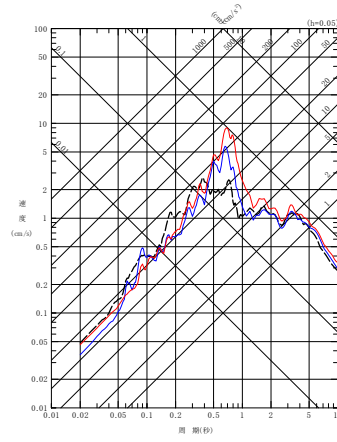
(6) 201205240002 地震

第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果
 東側地盤観測点 (3/6)

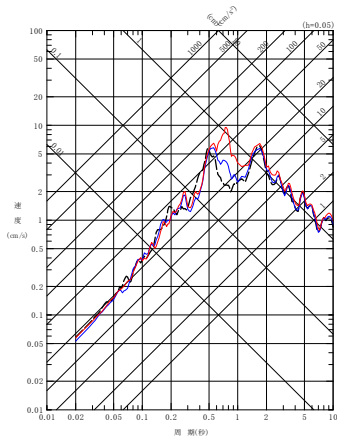
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



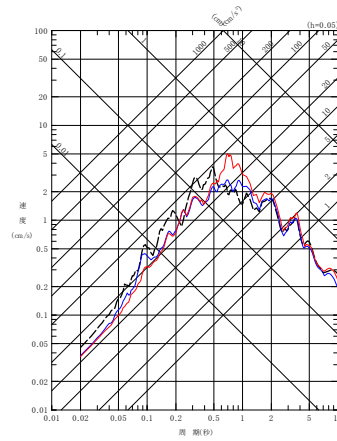
(a) NS 方向



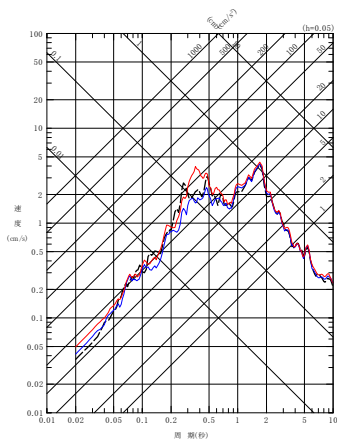
(a) NS 方向



(b) EW 方向

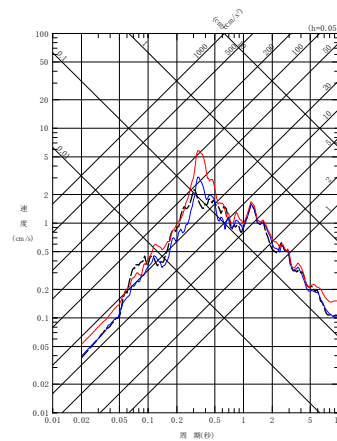


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(7) 201212071718 地震



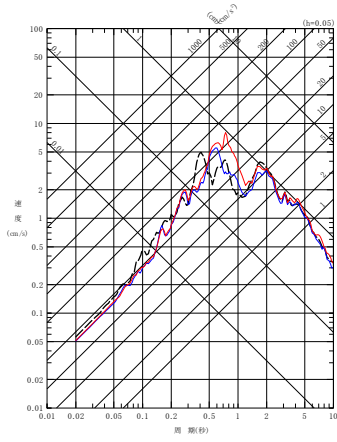
(c) UD 方向

(8) 201408101243 地震

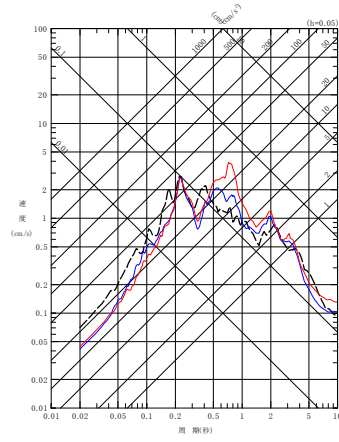
第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

東側地盤観測点 (4/6)

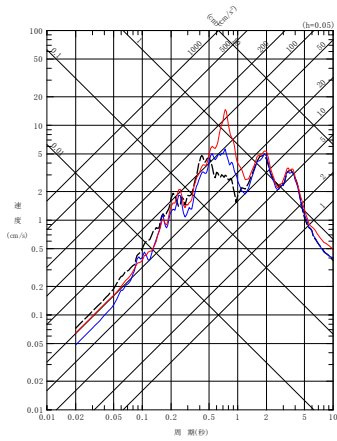
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (リニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



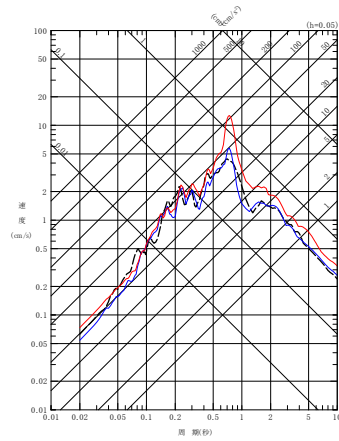
(a) NS 方向



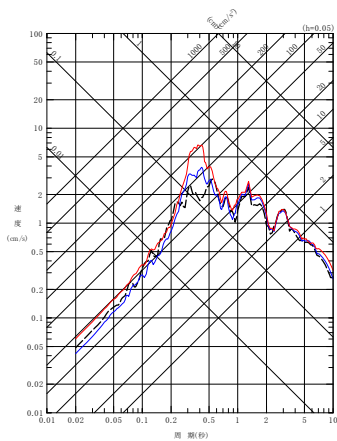
(a) NS 方向



(b) EW 方向

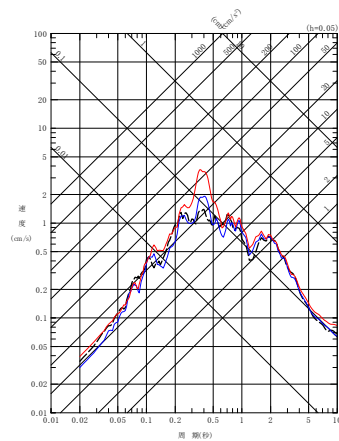


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(9) 201601141225 地震



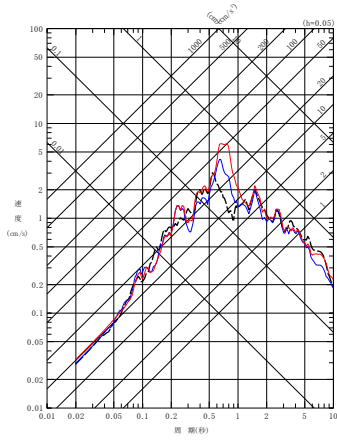
(c) UD 方向

(10) 201908151432 地震

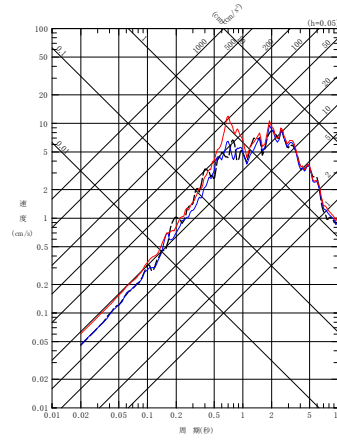
第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

東側地盤観測点 (5/6)

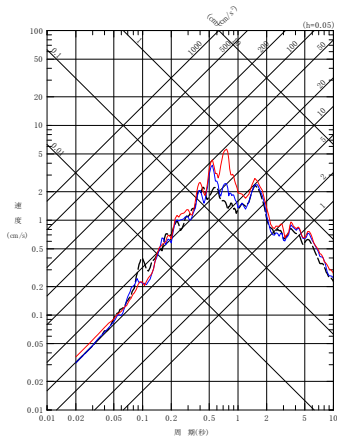
- - - 建屋基礎底面相当レベル (GL-18m) における観測記録
 〓 周波数依存型 (1)ニア型) の減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答
 〓 周波数依存なしの減衰定数を用いたGL-18mの地盤応答



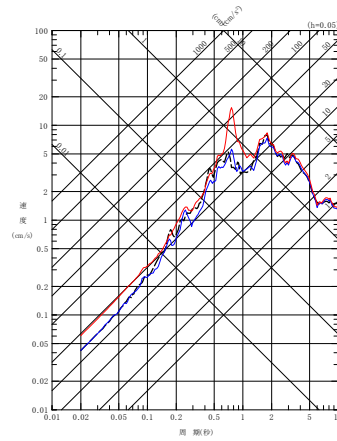
(a) NS 方向



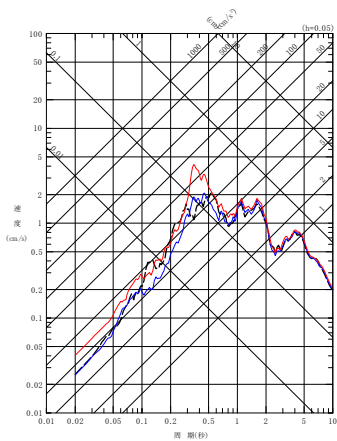
(a) NS 方向



(b) EW 方向

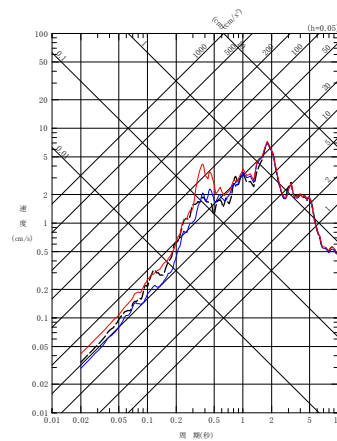


(b) EW 方向



(c) UD 方向

(11) 202012210223 地震

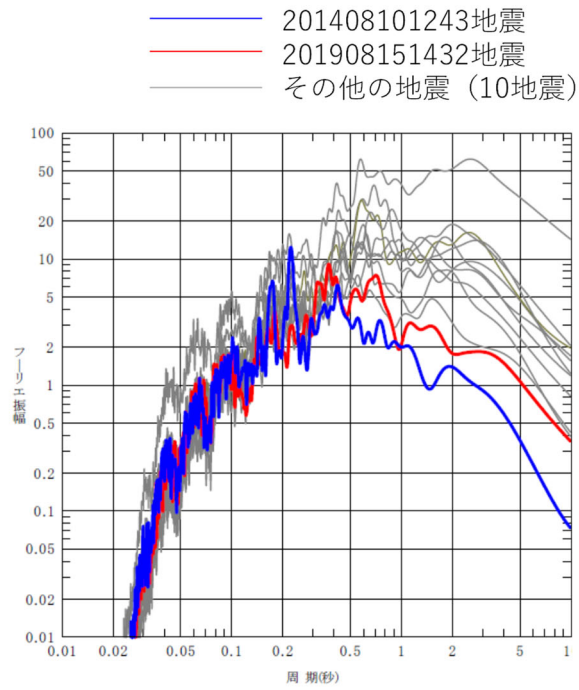


(c) UD 方向

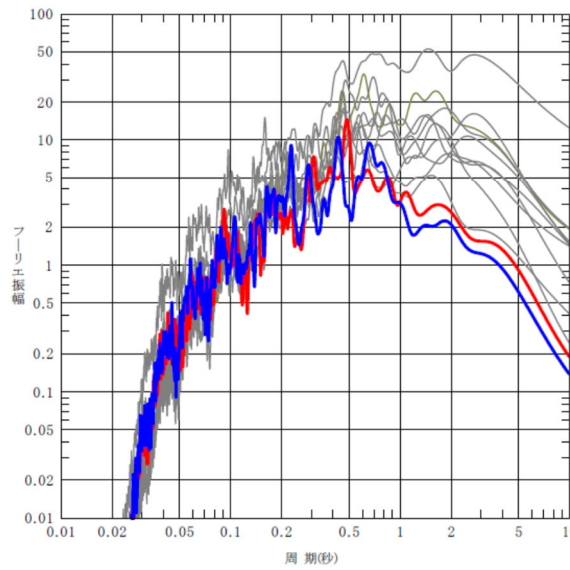
(12) 202203162336 地震

第 4.4.9-16 図 同定された減衰定数による観測記録の再現確認結果

東側地盤観測点 (6/6)



(NS成分)



(EW成分)

第 4.4.9-17 図 検討に用いた地震観測記録のフーリエスペクトル
(東側地盤, GL-18m, Parzen ウィンドウ 0.2Hz)

4.5 地震波干渉法による検討

4.5.1 評価の概要

Fukushima et al. (2016)では、地表の観測波形を基準として、地中の観測波形をデコンボリューションした波形に基づき、地震計間の減衰定数を推定する手法を提案している。本手法により得られた減衰定数は、地表の地震観測点と地中の地震観測点間の平均的なQ値とみなすことができる。

Fukushima et al. (2016)では、この手法の適用性について、以下の条件を示している。

- ① ボアホール地震計の深さが300m以上
- ② ボアホール地震計設置位置のS波速度が3000m/sより小さい。
- ③ ボーリングの検層結果に基づく地表と地中の地震計位置の理論往復走時が0.5秒より大きい。

ただし、Riga et al. (2019)によれば、地震観測記録の分析の結果として、入射波と反射波が分離されていれば、上記の条件を満足しておらずとも、この方法が適用可能であることが示されている。

後述する当社敷地の地震観測記録（中央地盤）に基づく、地表面の地震観測深さ（GL-2m）を基準点としたときの解放基盤表面深さ（GL-125m）のデコンボリューション波形において、後述の第4.5.2-3図に示すとおり、入射波と反射波が明確に分離されていることを確認したことから、本手法を敷地に適用した。

4.5.2 地震観測記録のスタッキング及び評価に用いる観測記録の抽出

(1) 検討対象とする地震

評価に用いる地震については、本評価手法が、複数の地震観測記録に共通的にみられる特徴をスタッキングにより確認する方法であることから、広い幅の加速度振幅レベルの地震を対象に、可能な限り多くの地震を用いることに主眼をおいて選定した。

なお、評価に用いる地震観測記録については、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」にて用いた地震観測装置と同じ装置による記録を用いており、信頼性が確保されたものを用いている。

まず、母集団として、第 4.5.2-1 図に示す、敷地からの震央距離 150km 以内で観測された 1995 年 12 月から 2020 年 3 月までの地震のうち、M4 以上かつ地表面 (GL-2m) と解放基盤表面レベル (GL-125m) の地震計において地震観測記録が得られている地震 (350 地震) とした。

これらの地震には、内陸地殻内地震、プレート境界地震及びプレート内地震が混在し、到来方向や入射角度が一樣ではないため、前述のとおり各地震観測記録に対して、デコンボリューションを行うことにより、震源特性や伝播経路特性による影響は除去されるため、敷地における特性に着目した検討が行えることとなる。

また、各地震観測記録に対しては、S 波を含む 20 秒の区間を切り出して評価を行った。

これらの地震観測記録から、評価に用いる地震動の抽出を、(2) に示すとおり実施した。

(2) 地震観測記録に対する処理

まず、母集団とした地震全てに対し、各地震における地表面を基準とした解放基盤表面レベルにおけるデコンボリューション波形を作成した。また、それぞれのデコンボリューション波形を平均処理した波形（以下、「スタッキング波形」という。）を作成した。

これらの波形に対し、以下の式で定義される Anderson(2004)による GOF (Goodness of fitting) を算出し、各地震におけるデコンボリューション波形とスタッキング波形との相関が高い記録を選定した。

$$\text{GOF} = 10 \times \max[C(a_1(t), a_2(t)), 0]$$
$$C(a_1(t), a_2(t)) = \frac{\int a_1(t)a_2(t) dt}{[\int a_1^2(t)dt]^{1/2}[\int a_2^2(t)dt]^{1/2}}$$

ここで a_1 , a_2 はスタッキング波形と個々のデコンボリューション波形を表す。

第 4.5.2-1 表に示すとおり、Anderson(2004)は、GOF の値に応じた適合度を第 4.5.2-1 表のように設定している。第 4.5.2-1 表の判断基準を踏まえ、全地震のスタッキング波形に対する各波形の GOF を計算し、GOF の値が 8 以上の記録を用いて解析を行うこととした。GOF 値が 8 以上となっている地震は、全 350 地震中、311 地震であった。

また、Q 値は、スタッキング波形と各デコンボリューション波形から求めた伝達関数を平均した結果から求めるが、GOF の値が 8 以上の地震であっても、地震観測記録に含まれるノイズ等による影響により、各振動数成分の振幅が入射波<反射波となる地震観測記録がある場合、減衰定数を適切に評価することができないことから、これらのデータについては除くこととした。抽出の結果、上記を満足する地震は 180 地震であった。

最終的に Q 値を算定するためのスタッキング波形については、上記により抽出した 180 地震に基づき、改めて求めたものを用いた。減衰定数を求める上では、入射波及び反射波ともに、0 秒から観測相似の 2 倍の区間とした。

第 4.5.2-2 図に、各地震について、地表面の地震観測深さ (GL-2m) を基準点としたときの、解放基盤表面深さ (GL-125m) のデコンボリュ

ーション波形を算定した結果について例を示す。各図には、母集団とした全地震によるスタッキング波形を重ね書きで示している。なお、個々の地震のデコンボリューション波形のうち、図中で赤色で示しているものについては、GOFが8以上である波形であることを示す。

中央地盤については、各地震におけるデコンボリューション波形において、入射波のピークと反射波のピークが明確に分離されており、GOFが8以上となっている記録の割合も多いことを確認した。

中央地盤において作成したスタッキング波形を第4.5.2-3図に示す。第4.5.2-3図のとおり、中央地盤の地震観測記録に基づくスタッキング波形については、入射波のピークと反射波のピークが明確に分離されていることから、「4.5.1 評価の概要」に示したとおり、Fukushima et al. (2016)における手法を当社敷地に適用することに問題はないと判断した。

一方で、西側地盤及び東側地盤の地震観測記録に基づくデコンボリューション波形については、入射波のピークと反射波のピークが明確に分離されていないこと、第4.5.2-4図に示すとおりGOFが8以上となる地震が中央地盤と比較して少数となっている。

地震波干渉法については、上部の層による重複反射の影響が小さい、地表における地震観測記録を基準としてデコンボリューション波形を算定する必要があるが、表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す地震観測記録を用いる場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であることから、東側地盤及び西側地盤における地震観測記録を地震波干渉法に用いることはできないと判断した。

西側地盤及び東側地盤について、この要因の分析を以下のとおり実施した。

(a) 西側地盤

第 4.5.2-5 図 (b) に、地震波干渉法に用いる地震のうち、解放基盤表面 (G. L. -125m) 深さにおける最大速度が大きい 10 地震を代表として西側地盤における速度時刻歴波形を示す。同図 (a) に示すとおり、中央地盤については、最深部の GL-200m から、最浅部の GL-2m まで、概ね時刻歴波形がその経時特性を保ったまま伝播している傾向がみられる。

一方、同図 (b) に示す西側地盤については、岩盤部分の地震観測深さである GL-125m 及び GL-200m と比較して、表層地盤の地震観測深さである GL-2m 及び GL-18m においては、主要動終了後に後続波が確認でき、表層地盤と岩盤部分で異なる経時特性の傾向を示している。

次に、このような傾向がみられることの要因を、地震観測位置における地下構造の状況を踏まえて考察した。

第 4.5.2-6 図 (1/2) に示す各地震観測点の地質構造及び PS 検層結果によれば、中央地盤については、表層地盤に該当する六ヶ所層及び高位段丘堆積層の層厚は数 m 程度と薄く、岩盤である鷹架層中部層との速度のコントラストも小さいものとなっている。

一方で、西側地盤については、地震観測位置において表層地盤が層厚約 30m 程度に厚く分布している。

さらに、西側地盤特有の傾向として、表層地盤を構成する砂子又層上部層及び砂子又下部層の境界で大きなコントラストを有する速度構造となっている。

また、第 4.5.2-6 図 (2/2) (b) に示したとおり、同定解析における初期モデルの作成時に参照した地震計設置位置における地下構造によれば、岩盤部分 (泥岩 (上部層)) と表層地盤 (砂子又層下部層) の境界面では、北西側に向かって深くなる傾斜を有している。

このことから、西側地盤については、岩盤部分を上昇した地震波が、地表において反射し、その下降波が、地震観測点において表層地盤中の速度コントラストを有する境界面及び岩盤部分と表層地盤部分の境界面で再度反射して上昇波となることで表層地盤内で重複反射を繰り返す傾向となり、さらに、岩盤部分と表層地盤部分の境界面における傾斜の影響によりその経時特性が複雑なものとなったために、表

層地盤中の地震観測点における後続波が現れ、岩盤部分と表層地盤部分の経時特性が異なるものとなったと考えられる。

なお、上記の経時特性の特徴は、本地震観測地点が建屋位置よりも西側に位置し、岩盤部分（泥岩（上部層））と表層地盤（砂子又層下部層）の境界面に傾斜が見られる地点であることに起因するものであり、第 4.5.2-6 図(2/2)(b)に示すとおり、建物・構築物の位置する地点においては岩盤（泥岩（上部層））が基礎底面レベルまで達しており、上記のような傾斜構造は有しないことから、本地震観測地点特有のものである。

また、本後続波が、地表の地震観測点固有の地震観測装置または周辺の振動源に起因するノイズではないことを確認するために、「3.3 敷地における減衰定数の評価方法」に示した追加調査として、同地震観測点における常時微動観測記録のデータを取得し、その確認を行った。常時微動観測は、2023年8月27日～2023年9月2日までの7日間、各地震観測深さにおけるデータを取得した。

常時微動観測記録のパワースペクトルを算定し、地震波干渉法に用いた地震との比較を行った結果を第 4.5.2-7 図(b)に示す。敷地に設置している地震観測装置については、定時校正が行われており、装置の異常は確認されていないこと、また、得られた常時微動観測記録には、地震波干渉法に用いる GL-2m 及び GL-125m のいずれの深さにおいても、その大きさは地震波干渉法に用いる地震と比較して十分に小さく、地震観測記録を本解析に用いる上で特異な傾向が無いことが確認できた。

このことから、西側地盤における地表の地震観測記録に、後続波が顕著に表れた要因としては、敷地内の常時微動による影響は無く、上記のとおり、地震観測位置における地下構造による影響であると考えられる。

以上のことから、西側地盤における地震波干渉法の適用については、その手法における前提条件を踏まえると、本地震観測地点における地盤条件及び地震観測記録を用いての評価を行うことは困難であると判断した。

(b) 東側地盤

第 4.5.2-5 図 (c) に、地震波干渉法に用いる地震のうち、解放基盤表面 (G. L. -125m) 深さにおける最大速度が大きい 10 地震を代表として東側地盤における速度時刻歴波形を示す。同図 (a) に示すとおり、中央地盤については、最深部の GL-200m から、最浅部の GL-2m まで、概ね時刻歴波形がその経時特性を保ったまま伝播している傾向がみられる。

一方、同図 (c) に示す東側地盤については、最深部の GL-200m と比較して、主要動終了後、後続波が明瞭に確認できる。この後続波は、岩盤部分を上昇した地震波が、地表において反射し、その下降波が、地震観測点において岩盤部分と表層地盤部分の境界である GL-18m で再度反射して上昇波となり、表層地盤内で重複反射を繰り返す傾向となったためであると考えられる。

次に、このような傾向がみられることの要因を、地震観測位置における地下構造の状況を踏まえて考察した。

第 4.5.2-6 図 (1/2) 及び第 4.5.2-6 図 (2/2) (c) に示す各地震観測点の地質構造及び PS 検層結果によれば、中央地盤については、表層地盤に該当する六ヶ所層及び高位段丘堆積層の層厚は数 m 程度と薄く、岩盤である鷹架層中部層との速度のコントラストも小さいものとなっている。

一方で、東側地盤については、西側地盤と同様に表層地盤が厚く分布している傾向にあり、地震観測位置において盛土が層厚約 20m 程度に厚く分布しており、さらに、東側地盤特有の傾向として、岩盤である鷹架層中部層との速度のコントラストが中央・西側地盤と比較して大きくなっている。

このことから、東側地盤については、中央地盤においてはほぼ見られない、表層地盤内の地震波の重複反射の繰り返しにより、地表の地震観測点における後続波が顕著に表れたものであると考えられる。

なお、上記の経時特性の特徴は、本地震観測地点が大規模掘削の外側に位置し、敷地造成時の盛土が残っている地点であることから、建物・構築物周辺の埋戻し土と比較して剛性の小さい盛土が厚く分布し

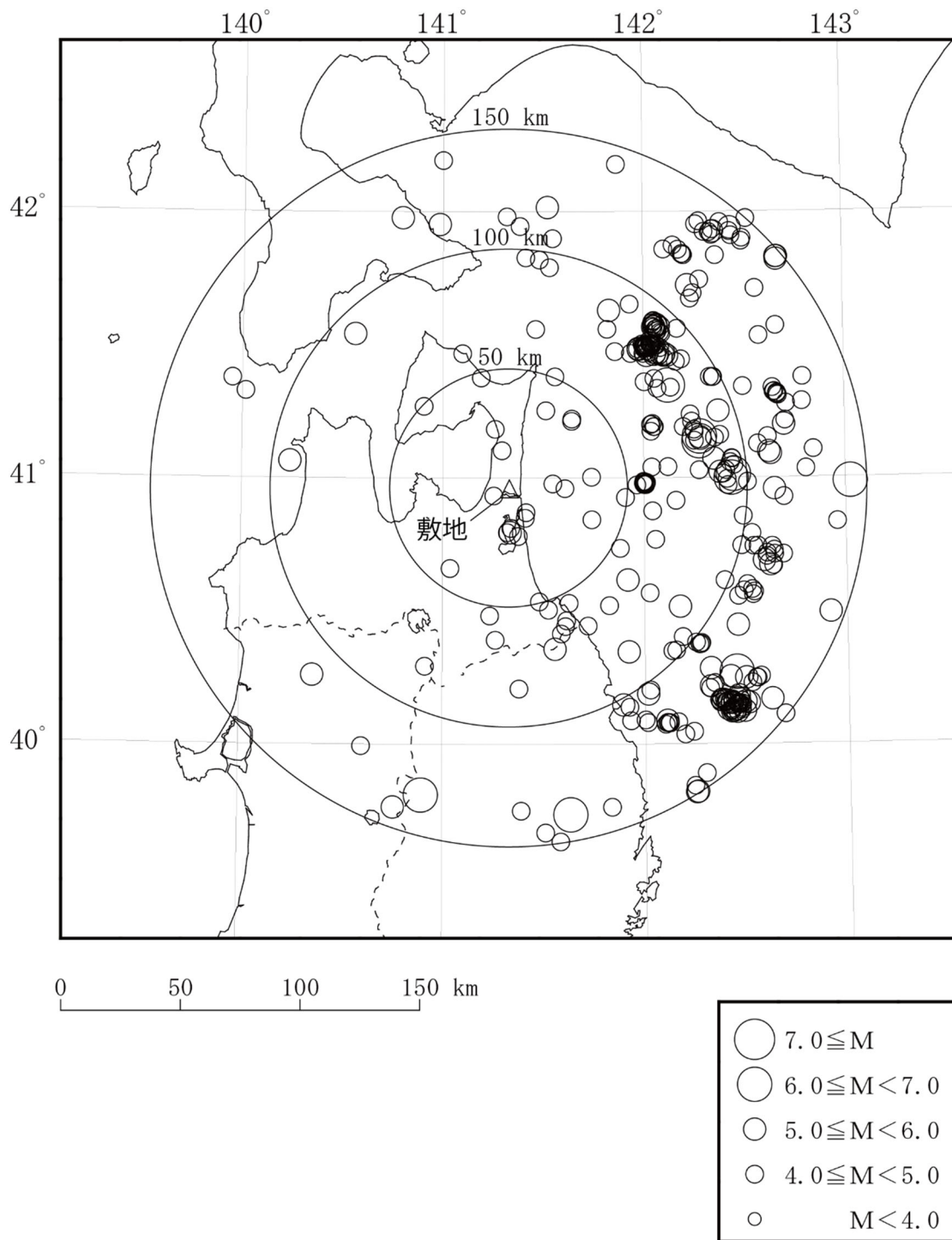
ていることに起因するものであり、本地震観測地点特有のものである。

また、本後続波が、地表の地震観測点固有の地震観測装置または周辺の振動源に起因するノイズではないことを確認するために、「3.3 敷地における減衰定数の評価方法」に示した追加調査として、同地震観測点における常時微動観測記録のデータを取得し、その確認を行った。常時微動観測は、2023年8月27日～2023年9月2日までの7日間、各地震観測深さにおけるデータを取得した。

常時微動観測記録のパワースペクトルを算定し、地震波干渉法に用いた地震との比較を行った結果を第4.5.2-6図(2/2)(c)に示す。敷地に設置している地震観測装置については、定時校正が行われており、装置の異常は確認されていないこと、また、得られた常時微動観測記録には、地震波干渉法に用いるGL-2m及びGL-125mのいずれの深さにおいても、その大きさは地震波干渉法に用いる地震と比較して十分に小さく、地震観測記録を本解析に用いる上で特異な傾向が無いことが確認できた。

このことから、東側地盤における地表の地震観測記録に、後続波が顕著に表れた要因としては、敷地内の常時微動による影響は無く、上記のとおり、地震観測位置における地下構造による影響であると考えられる。

以上のことから、東側地盤における地震波干渉法の適用については、その手法における前提条件を踏まえると、本地震観測地点における地盤条件及び地震観測記録を用いての評価を行うことは困難であると判断した。



第 4.5.2-1 図 評価に用いた地震の震央位置

第 4.5.2-1 表 Anderson(2004)における GOF に対する判定の考え方

GOF の範囲	判定結果
4 以下	a poor fit
4 ~ 6	a fair fit
6 ~ 8	a good fit
8 以上	a excellent fit



注記：GOF が8 以上のデコンボリューション波形は赤色で示す。

第4.5.2-2図 GL-2mに対するGL-125mの各地震のデコンボリューション波形（細線）とスタッキング波形（灰太線）（1/4）



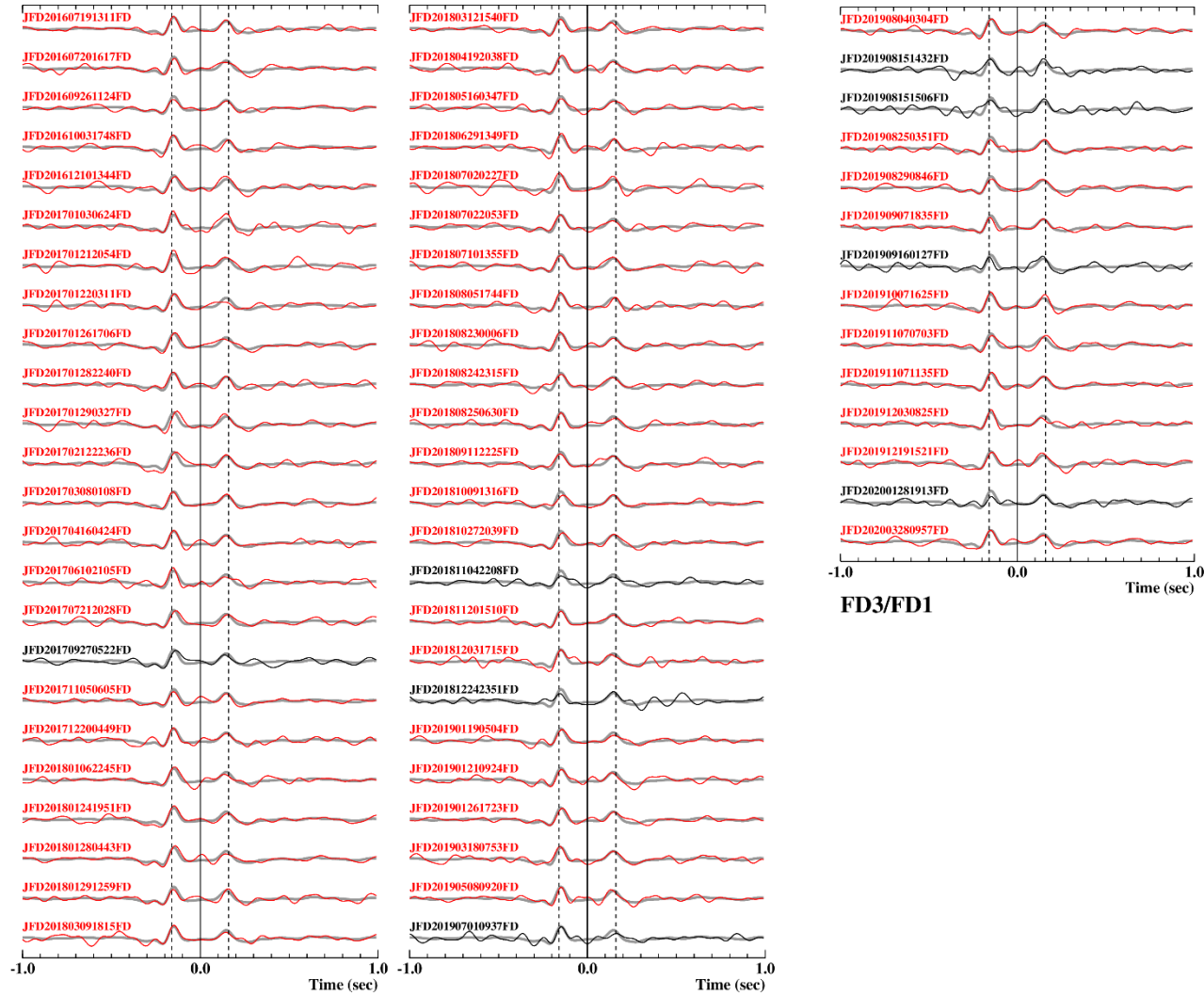
注記：GOF が8 以上のデコンボリューション波形は赤色で示す。

第4.5.2-2図 GL-2mに対するGL-125mの各地震のデコンボリューション波形（細線）とスタッキング波形（灰太線）（2/4）



注記：GOF が8 以上のデコンボリューション波形は赤色で示す。

第4.5.2-2図 GL-2mに対するGL-125mの各地震のデコンボリューション波形（細線）とスタッキング波形（灰太線）（3/4）



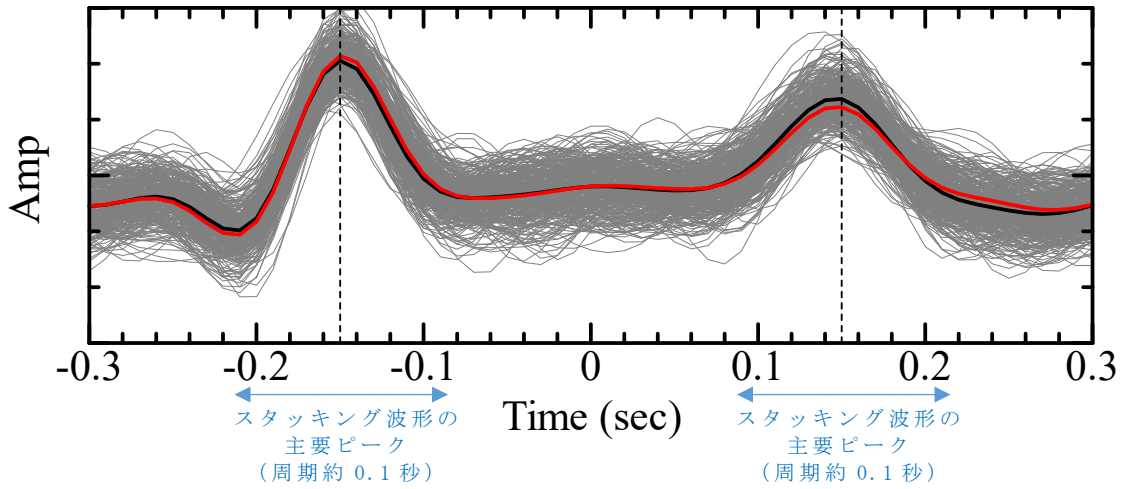
注記：GOF が8 以上のデコンボリューション波形は赤色で示す。

第4.5.2-2図 GL-2mに対するGL-125mの各地震のデコンボリューション波形（細線）とスタッキング波形（灰太線）（4/4）

灰線：GOF ≥ 8 の311個の個々の地震記録によるデコンボリューション波形

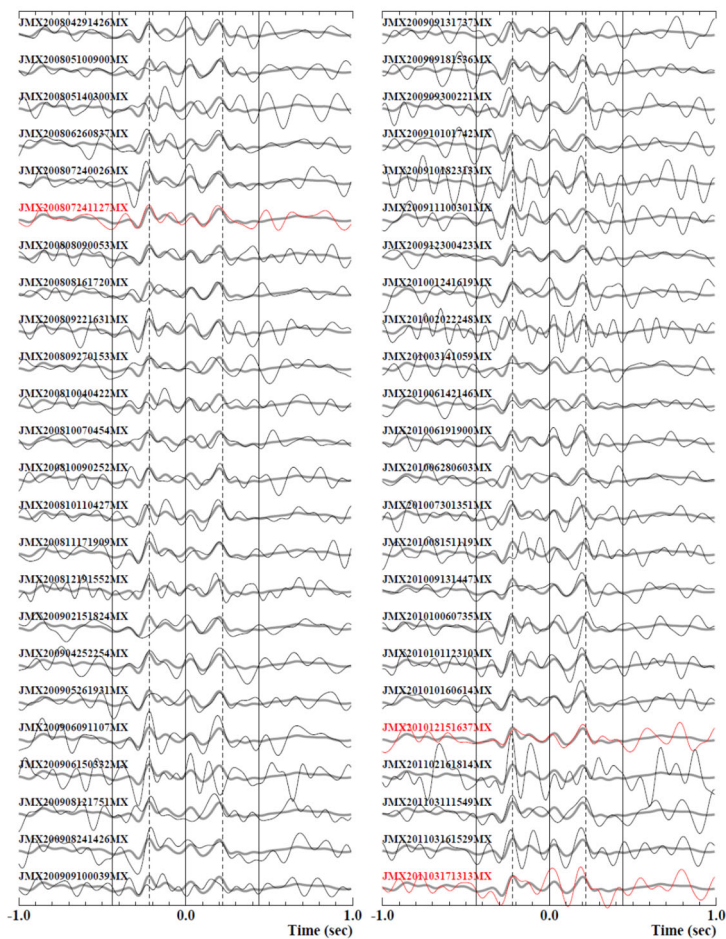
黒線：311個の地震記録のスタッキング（平均）波形

赤線：311個の地震記録中、入射波 \geq 反射波となる地震記録のスタッキング（平均）波形

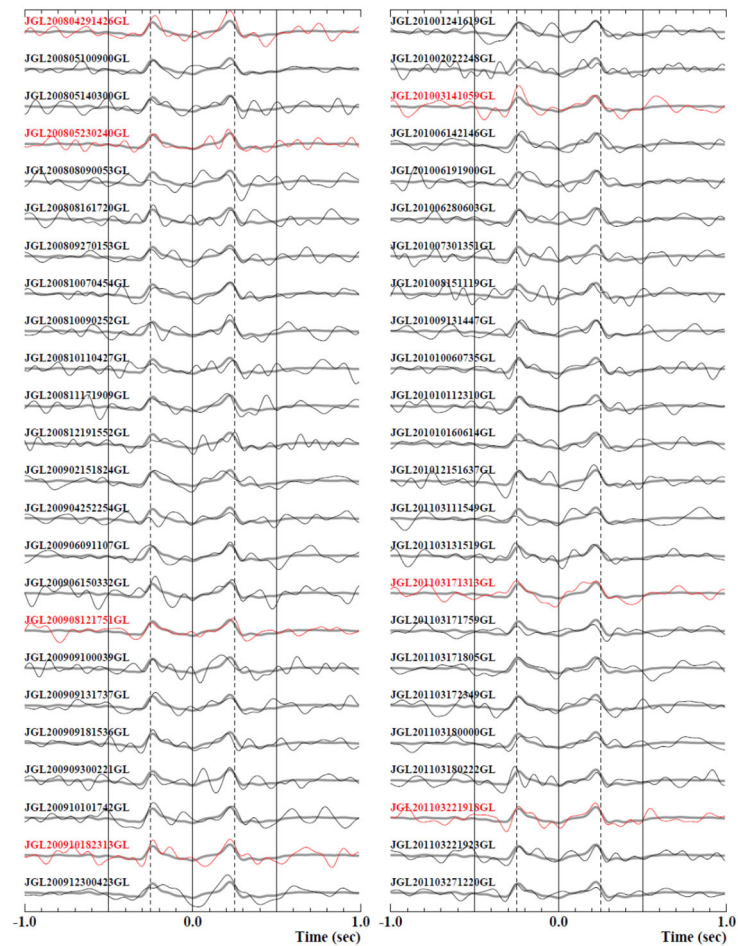


注記：鎖線は、スタッキング波形のピーク時刻（ ± 0.15 秒）を示す。

第 4.5.2-3 図 GOF が 8 以上となる各地震のデコンボリューション波形
及びスタッキング波形の作成結果（中央地盤）



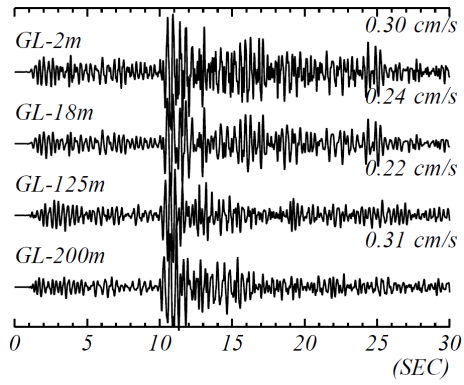
(a) 東側地盤



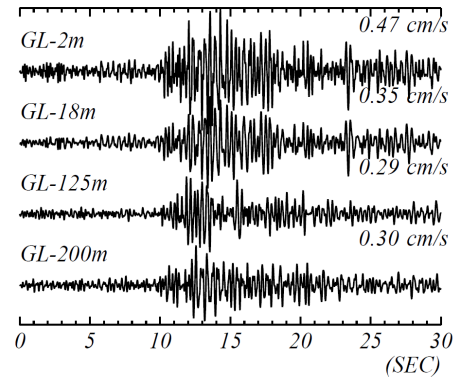
(b) 西側地盤

注記：GOF が8 以上のデコンボリューション波形は赤色で示す。

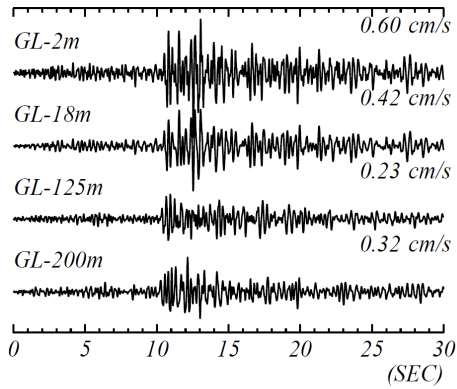
第4.5.2-4図 西側地盤及び東側地盤におけるデコンボリューション波形（一部例）



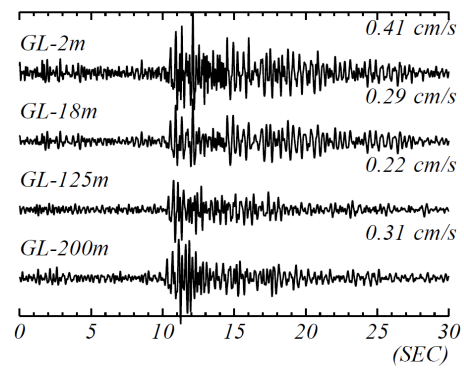
(a) 200104030454



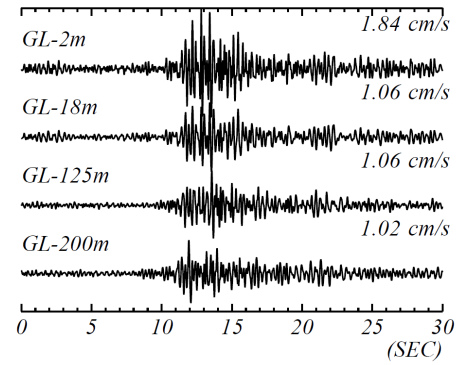
(b) 200108140511



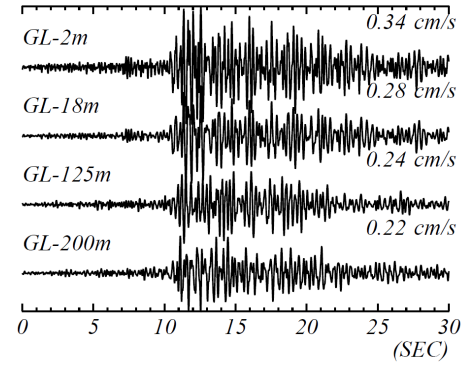
(c) 200210142312



(d) 200502262137



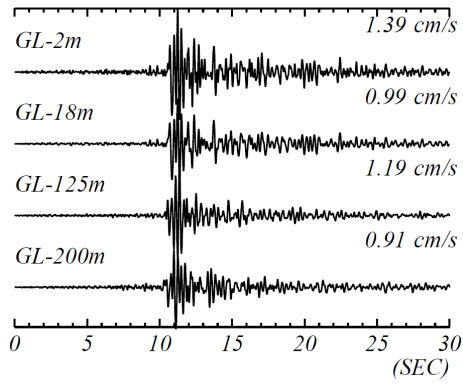
(e) 200807240026



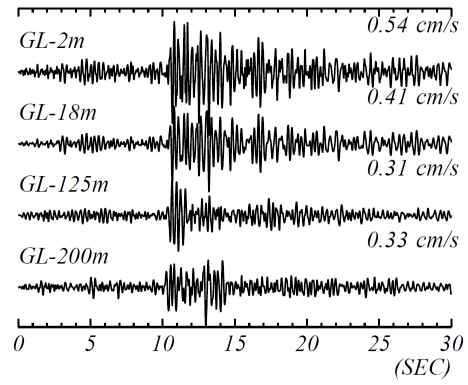
(f) 201009131447

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録 (速度時刻歴波形, 中央地盤)

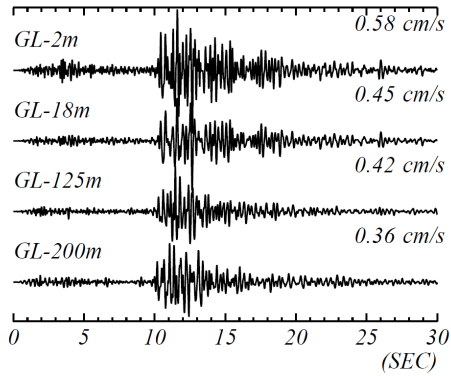
(1/2)



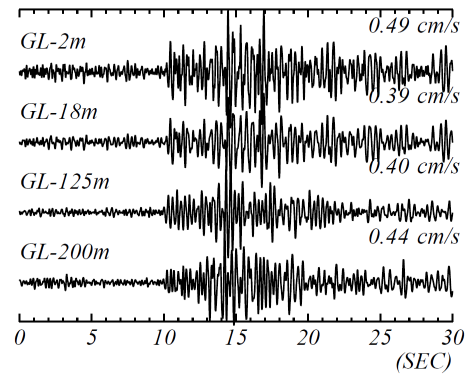
(g) 201205240002



(h) 201408101243



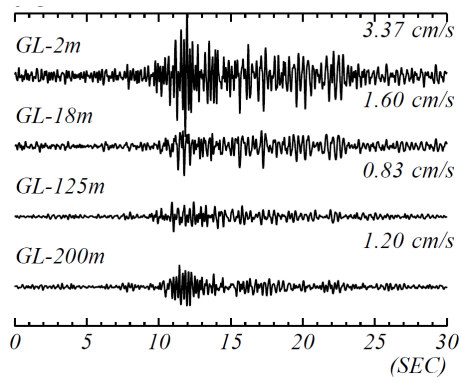
(i) 201908151432



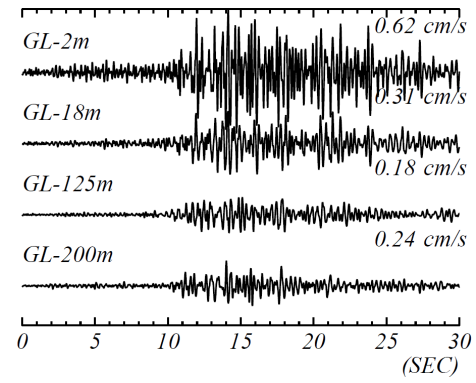
(j) 202012210223

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録 (速度時刻歴波形, 中央地盤)

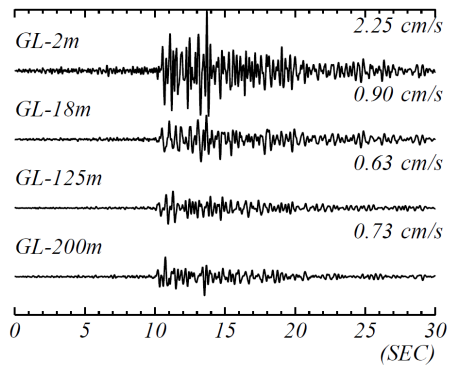
(2/2)



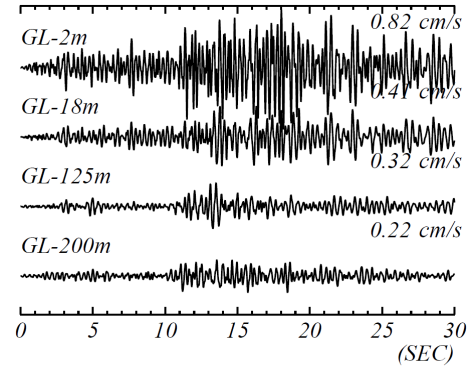
(a) 200807240026



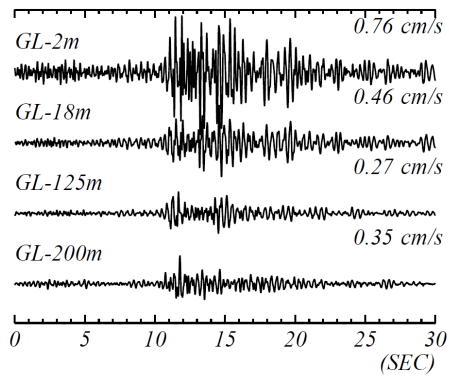
(b) 201009131447



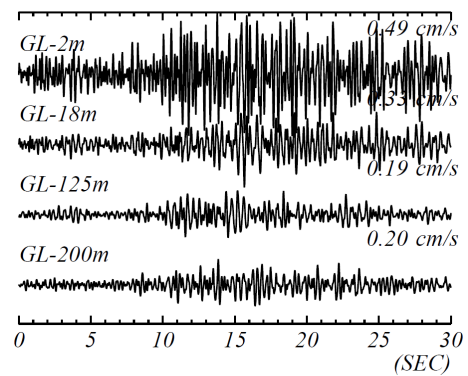
(c) 201205240002



(d) 201408101243



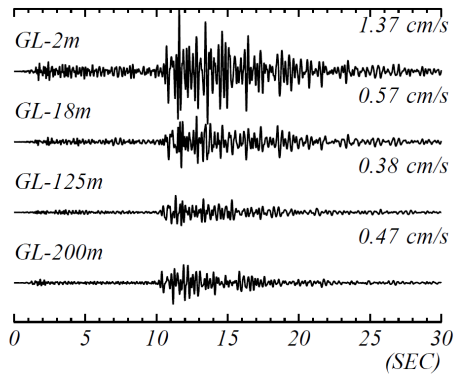
(e) 201507100332



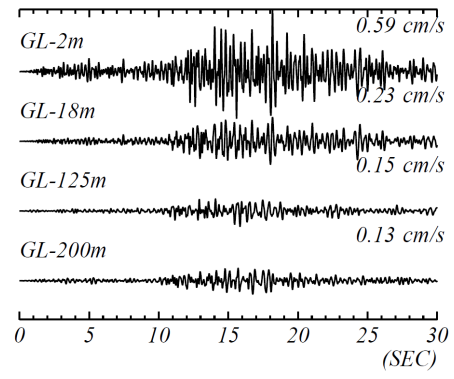
(f) 201801241951

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録（速度時刻歴波形，西側地盤）

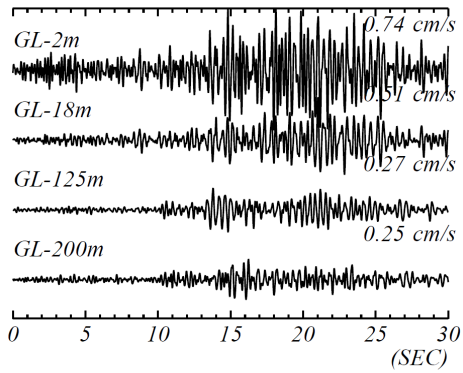
(1/2)



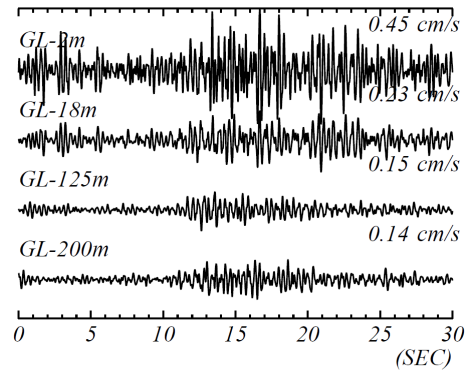
(g) 201908151432



(h) 201912191521



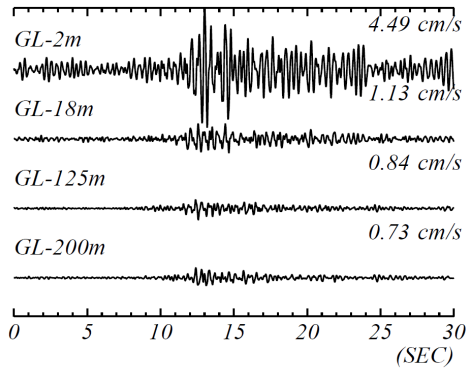
(i) 202012210223



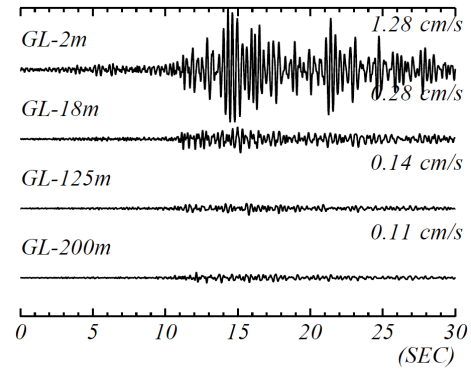
(j) 202110060246

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録（速度時刻歴波形，西側地盤）

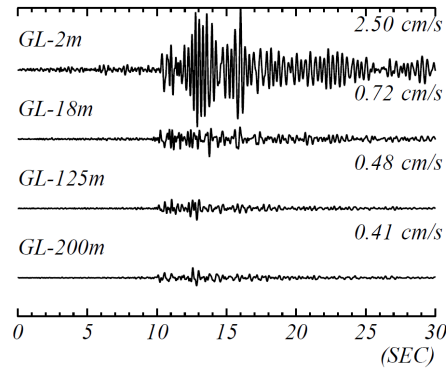
(2/2)



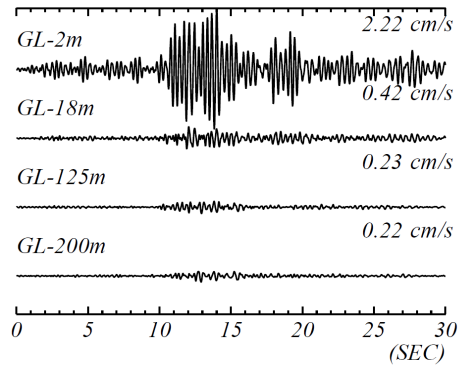
(a) 200807240026



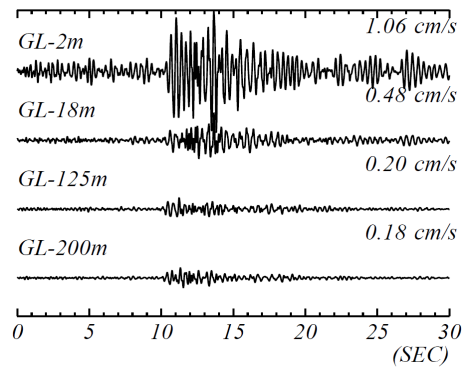
(b) 201009131447



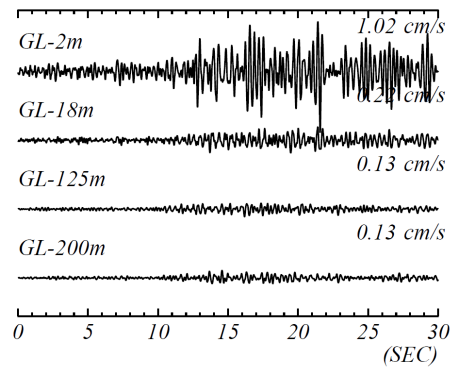
(c) 201205240002



(d) 201408101243



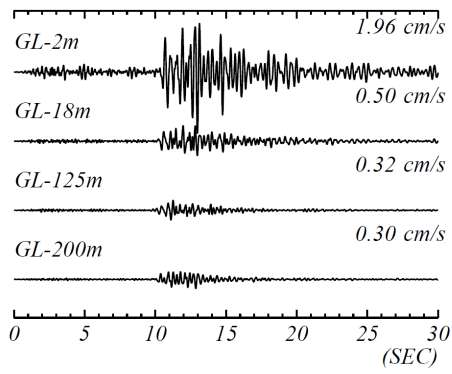
(e) 201507100332



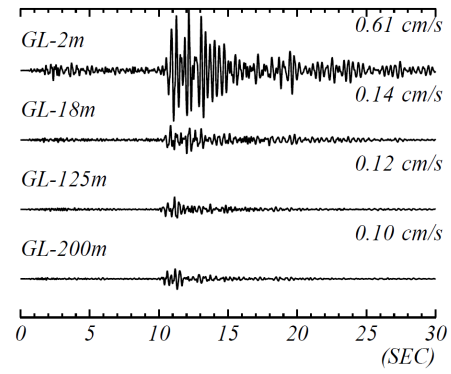
(f) 201801241951

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録（速度時刻歴波形，東側地盤）

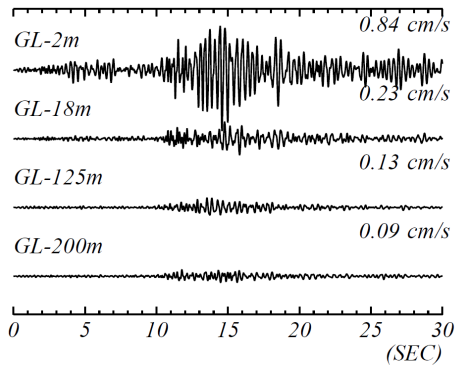
(1/2)



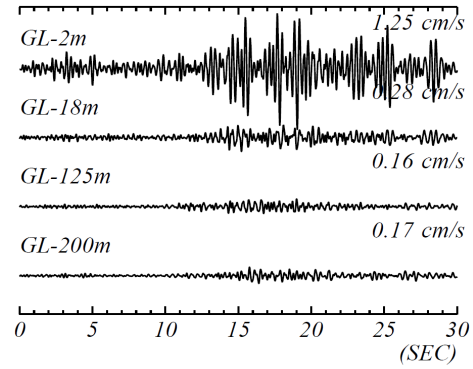
(g) 201908151432



(h) 201908151506



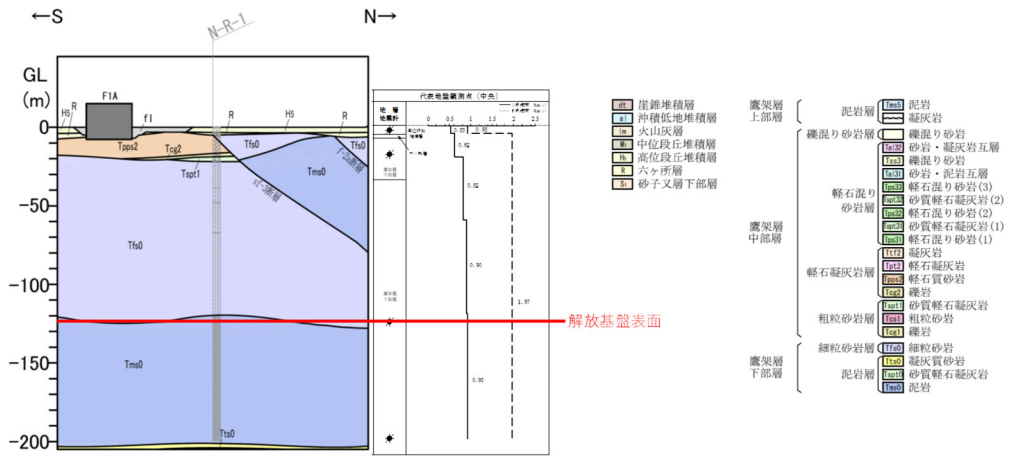
(i) 201912191521



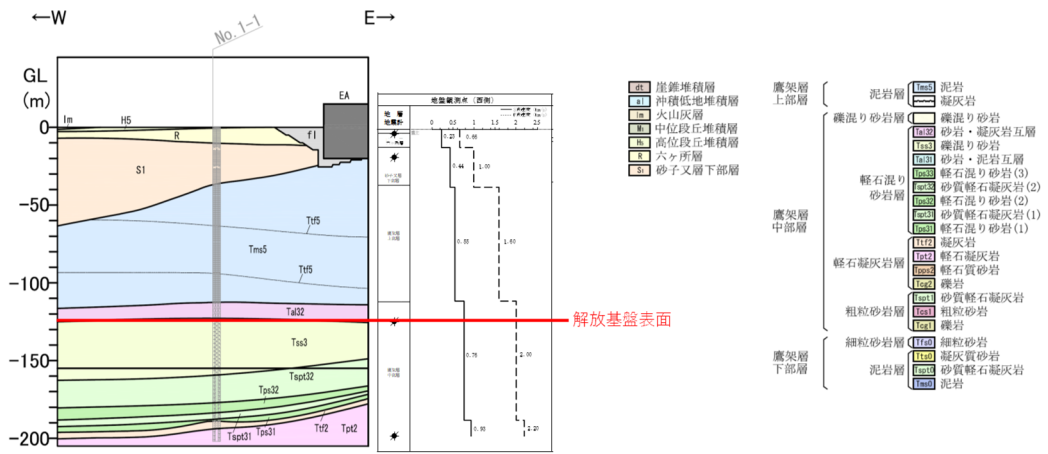
(j) 202012210223

第 4.5.2-5 図 各深さにおける地震観測記録 (速度時刻歴波形, 東側地盤)

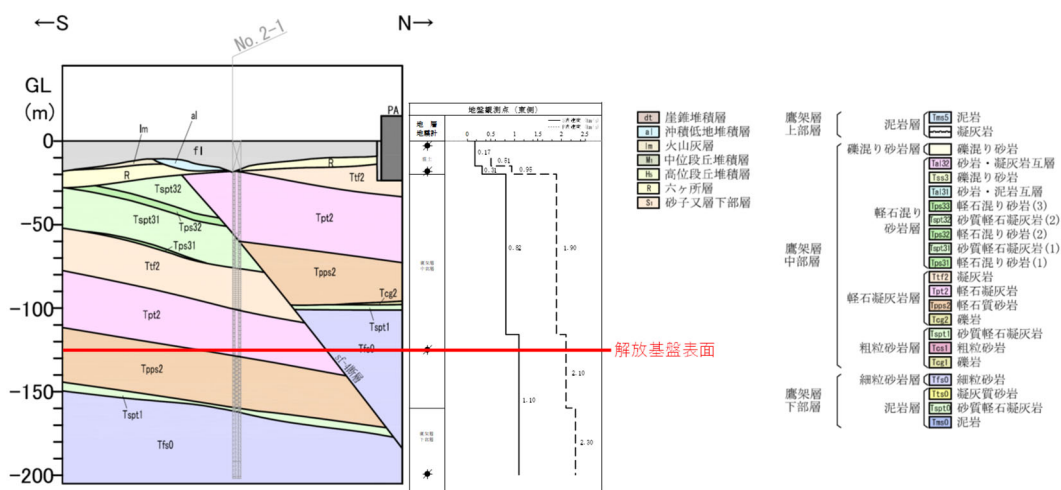
(2/2)



(a) 中央地盤（南北断面）

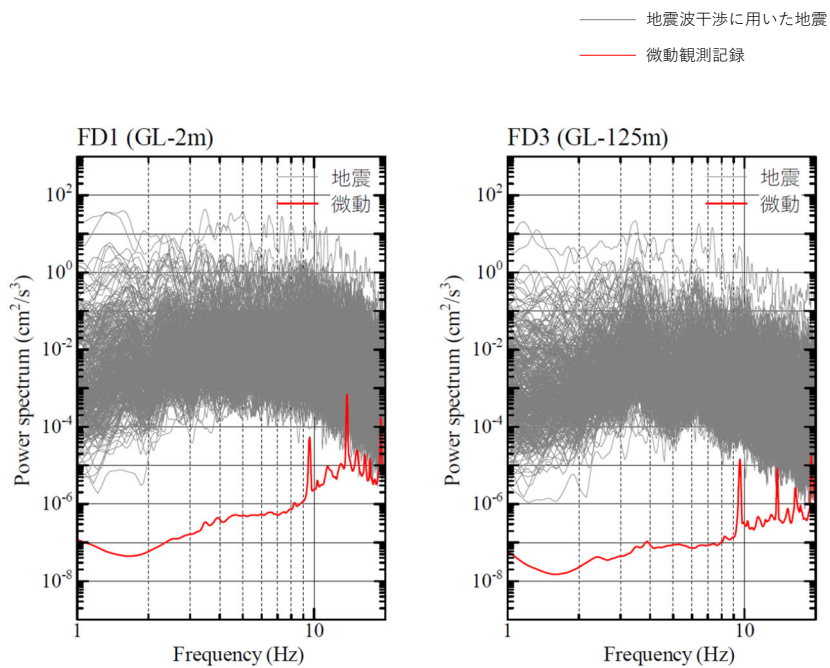


(b) 西側地盤（東西断面）

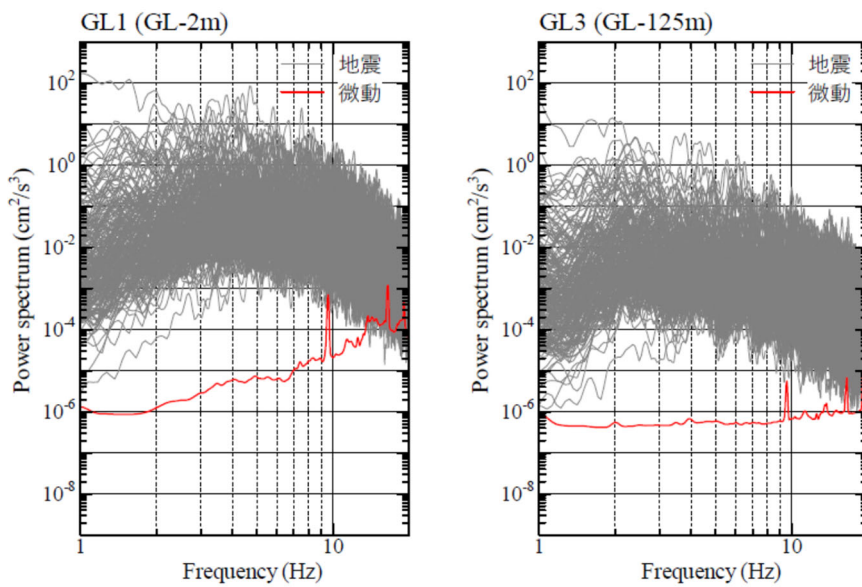


(c) 東側地盤（南北断面）

第 4.5.2-6 図 (2/2) 各地震観測位置における表層地盤部分の特徴

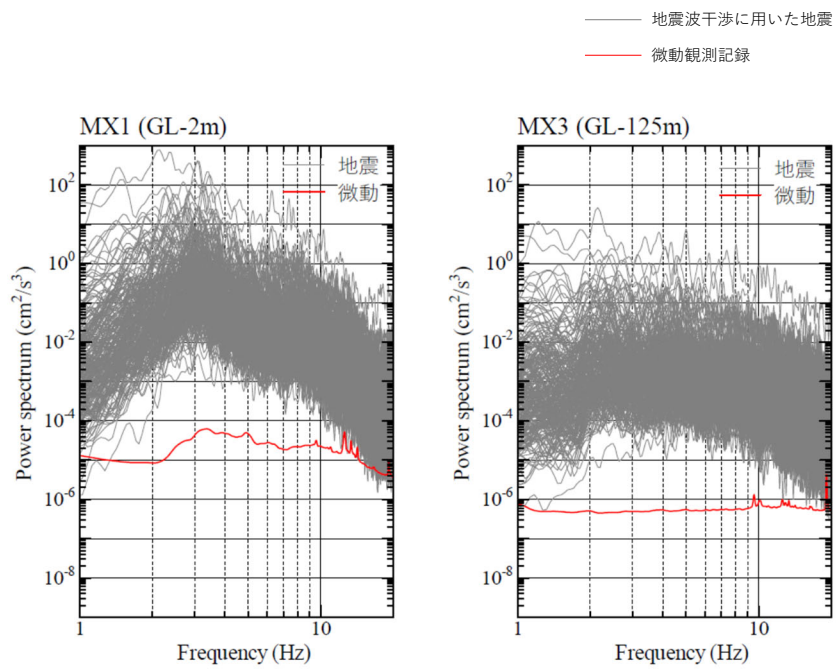


(a) 中央地盤観測点



(b) 西側地盤観測点

第 4.5.2-7 図 常時微動観測結果と地震波干渉法に用いた地震の
パワースペクトル (1/2)



(c) 東側地盤観測点

第 4.5.2-7 図 常時微動観測結果と地震波干渉法に用いた地震の
パワースペクトル (2/2)

4.5.3 減衰定数の推定結果

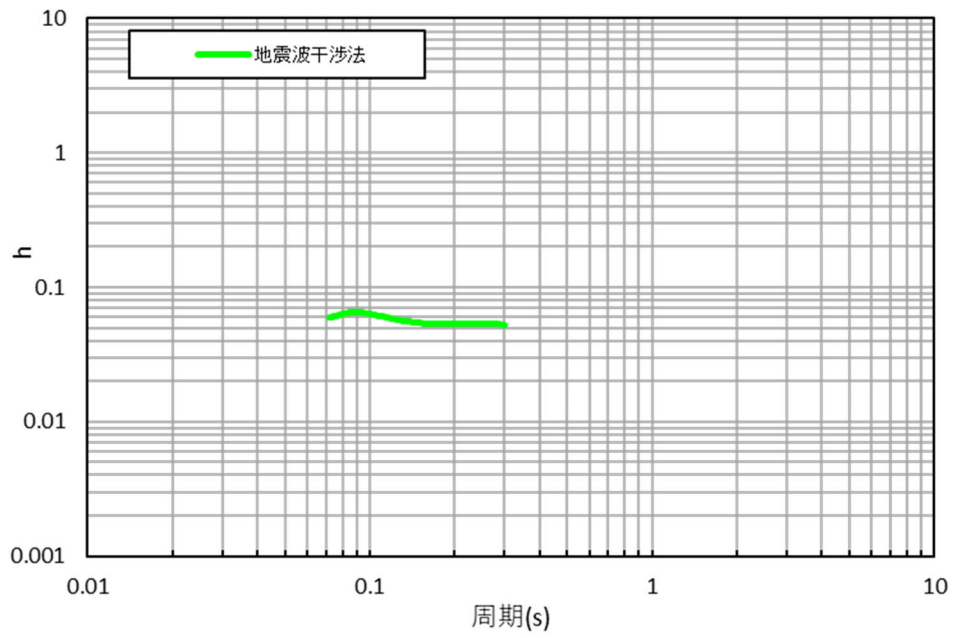
各地震のデコンボリューション波形における，入射波に対する反射波の振幅の比率に基づき減衰定数を評価した結果を第 4.5.3-1 図に示す。

中央地盤における地震波干渉法によって評価された減衰定数は，およそ 5～7% の値となっているが，「4.4.8 振動数依存性を考慮する場合の評価結果」において同定された減衰定数に見られる振動数依存性は地震波干渉法による結果においては明瞭には確認できない。

今回評価にあたっては，地表における地震観測記録を基準として解放基盤表面深さにおける地震観測記録をデコンボリューションしていることから，実際の地盤における岩盤部分と表層地盤の地盤構造の違い等による影響を受けたためと考えられる。

ただし，第 4.5.2-3 図に示すスタッキング波形において，周期約 0.1 秒のパルスが明確に確認できていることを踏まえると，当該周期帯における減衰定数の値は精度よく得られていると考えられる。

また，評価された減衰定数の大きさについては，表層地盤と岩盤部分の両方を含んだ平均的な減衰定数として与えられるものであるが，中央地盤観測点については，表層地盤の厚さは岩盤部分に対して十分に層厚が小さいことから，本評価において評価された減衰定数は，岩盤部分における減衰定数が支配的な値となっていると考えられる。



第4.5.3-1図 地震波干渉法による減衰定数の評価結果（中央地盤観測点）

4.6 データの取得結果及び整理結果

ここまで、敷地における岩盤部分の減衰定数に係る各評価手法に基づくデータについて、信頼性を有することを確認したことから、そのまとめを第 4.6-1 表に示す。

まとめにあたっては、取得したデータについて、近接する建屋グループのいずれに属するものであるかに着目して行った。

S 波検層によるデータについては、第 4.3.2-1 図にて示した S 波検層に係る追加調査位置を含むグループのデータを参照するとともに、グループの近傍におけるデータも参照することとしたため、一部孔については、複数グループに対して用いている。

岩種ごとに習得している三軸圧縮試験によるデータについては、当該グループ内に分布する岩種に対応するデータを用いることとした。また、地震観測記録については、敷地内の f-1, f-2 断層により区切られる中央、西側、東側地盤の単位で適用させることとした。

「5. データの分析」においては、各評価手法により得られたデータの物理的な意味合いについて分析するとともに、第 4.6-1 表にて整理した、各種データが得られている位置における地下構造の特徴を踏まえた分析を行った上で、「敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数」を設定する。

第 4.6-1 表 各評価手法により得られたデータの整理結果

グループ	データ取得方法				
	三軸圧縮試験	岩石コア試験	地震観測記録を用いた同定	地震波干渉法	S波検層
AA 周辺グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q2 ・ R5-Q10
F 施設周辺グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q9 ・ R5-Q10
AE グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q6
AG グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q2
GA グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q2
DC グループ	・ 細粒砂岩 ・ 泥岩（下部層）	追而	中央地盤観測点の地震観測記録による同定結果	中央地盤観測点の地震観測記録による評価結果	・ R5-Q1 ・ R5-Q11
AC グループ	・ 砂質軽石凝灰岩 ・ 凝灰岩 ・ 軽石凝灰岩 ・ 軽石質砂岩 ・ 礫岩 ・ 細粒砂岩	追而	東側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q7
CA グループ	・ 砂質軽石凝灰岩 ・ 凝灰岩 ・ 軽石凝灰岩 ・ 軽石質砂岩 ・ 細粒砂岩	追而	東側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q7 ・ R5-Q12
CB グループ	・ 凝灰岩 ・ 軽石凝灰岩 ・ 軽石質砂岩 ・ 礫岩 ・ 砂質軽石凝灰岩 ・ 細粒砂岩	追而	東側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q12
AZ 周辺グループ	・ 砂質軽石凝灰岩 ・ 軽石混り砂岩 ・ 凝灰岩 ・ 軽石凝灰岩 ・ 軽石質砂岩	追而	東側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q7 ・ R5-Q8
G14 グループ	・ 軽石混り砂岩 ・ 砂質軽石凝灰岩 ・ 凝灰岩 ・ 軽石凝灰岩	追而	東側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q3 ・ R5-Q4
E 施設周辺グループ	・ 泥岩（上部層） ・ 砂岩・凝灰岩互層 ・ 礫混り砂岩	追而	西側地盤観測点の地震観測記録による同定結果	*	・ R5-Q5

注記 * : 「4.5 地震波干渉法による検討」に示したとおり、西側地盤及び東側地震観測地点において評価を行うことは困難であると判断した。

5. データの分析

「4. データの取得及び整理」に示した、敷地内の各地点における岩盤部分の減衰定数に係るデータの整理結果を踏まえ、各データのもつ特徴について考察を行い、敷地における地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数についての検討を行う。

「4.1 三軸圧縮試験による評価結果」及び「4.2 岩石コア試験による評価結果」により得られたデータに対しては、材料減衰について分析を行い、
「4.3 敷地におけるS波検層による評価結果」及び「4.4 敷地における地震観測記録を用いた評価結果」及び「4.5 地震波干渉法による検討」により得られたデータに対しては、散乱減衰を含んだ減衰定数として、その値の大きさ及び周波数依存性の傾きに係る分析を行う。

分析にあたっては、「別紙2-1 岩盤部分の物性値等の設定について」に示したとおり、敷地においては、岩盤種別としては、敷地内に分布するf-1断層、f-2断層を境として、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれにおいて、分布する岩種が同等であることから、S波検層データについては、これらのエリア単位で比較を行った。

分析の着目点としては、「3.3 敷地における減衰定数の評価方法」の第3.3.-2表にて整理した、各調査及び評価ごとの特徴（各地点における地質構造及び速度構造に対する相関性、信頼区間としている周期帯、対象としている地震動の大きさ、データの取得位置）を踏まえ、各データのもつ物理的な意味合いに着目し、これらの分析結果を踏まえ、敷地内の各位置における「敷地の地盤の特徴を捉えた地盤物性」を設定する。

5.1 各データが有する振動数特性に係る分析

5.1.1 散乱減衰を含むデータに係る評価手法間の比較

(1) 中央地盤

まず、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示した減衰定数と、「4.3 敷地におけるS波検層による評価結果」及び「4.5 地震波干渉法による検討」に示した敷地内各位置において得られた減衰定数のデータの比較を、第5.1.1-1図において行った。

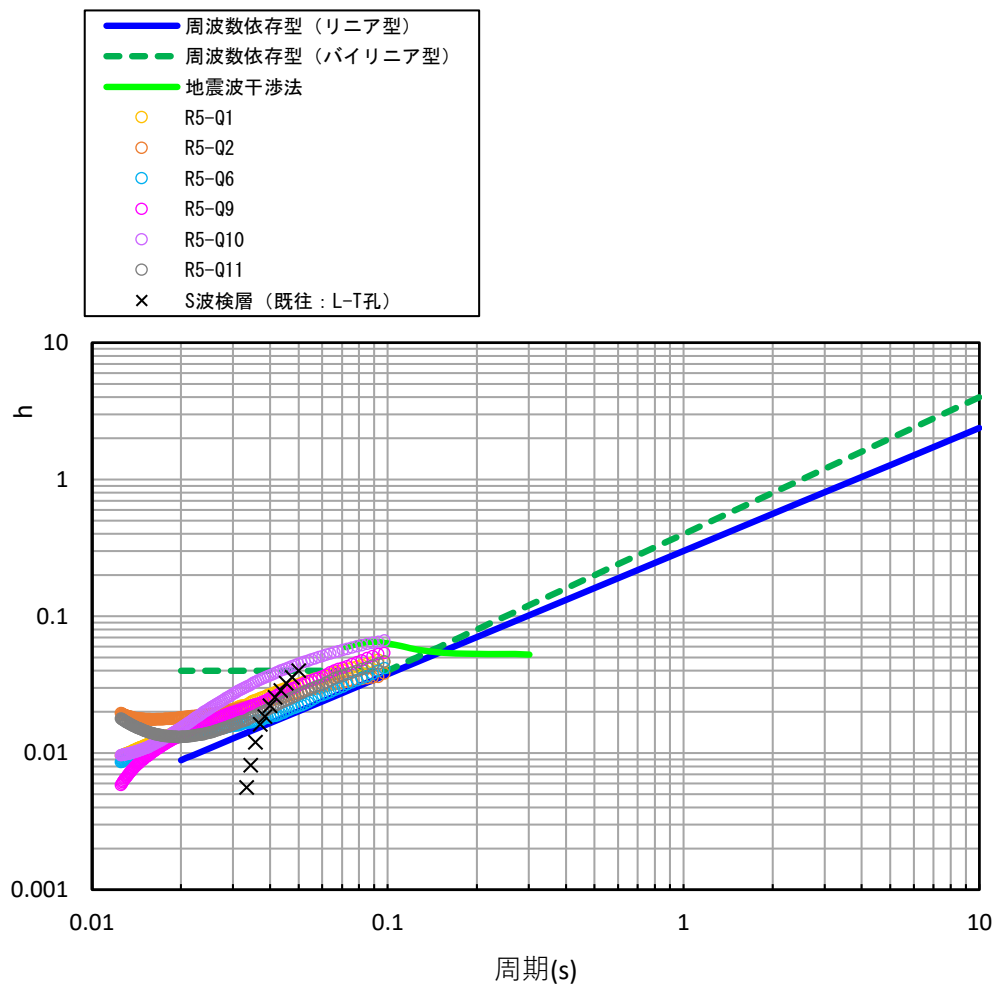
地震観測記録に基づく同定にあたっては、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示したとおり、周波数依存性（リニア型及びバイリニア型）を考慮した減衰定数について、地震観測記録をよく説明する値が得られている。

この値は、敷地内のうち、地震観測地点における減衰定数のデータに該当するが、第5.1.1-1図に示すとおり、中央地盤内のS波検層結果（敷地内各位置の追加データ）は、いずれの地点においても中央地盤観測点における減衰定数の同定結果（周波数依存：リニア型）と比較して、周波数特性の傾きがよく整合している。

また、S波検層結果は、0.01～0.02秒以下のごく短周期領域からスロー波形の最長周期0.1秒までにおいて、周波数依存性を有している傾向が見て取れる。

さらに、中央地盤における各地点間のS波検層結果の減衰定数の大きさは、データを取得した全周期帯（周期0.0125～0.1秒）において、地震観測記録に基づく減衰定数の同定結果よりもやや大きい傾向を示すが、同等オーダーの値となっている。

なお、「4.5 地震波干渉法による検討」にて評価された減衰定数については、評価に用いたスタッキング波形においてパルスが明確に確認できている、周期約0.1秒の値に着目すると、地震観測記録を用いた同定結果及びS波検層結果と整合的であるものの、周波数依存性については明瞭には確認できない、



第 5.1.1-1 図 各手法により得られた減衰定数の比較 (中央地盤)

(2) 西側地盤

まず、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示した減衰定数と、「4.3 敷地における S 波検層による評価結果」に示した敷地内各位置において得られた減衰定数のデータの比較を、第 5.1.1-2 図において行った。

地震観測記録に基づく同定にあたっては、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示したとおり、周波数依存性（リニア型及びバイリニア型）を考慮した減衰定数について、地震観測記録をよく説明する値が得られている。

この値は、敷地内のうち、地震観測地点における減衰定数のデータに該当するが、第 5.1.1-2 図に示すとおり、当該地盤内の S 波検層結果（敷地内各位置の追加データ）は、いずれの地点においても西側地盤観測点における減衰定数の同定結果（周波数依存:リニア型）と比較して、周波数特性の傾きがよく整合している。

また、S 波検層結果は、0.01～0.02 秒以下のごく短周期領域からスロー波形の最長周期 0.1 秒までにおいて、周波数依存性を有している傾向が見て取れる。

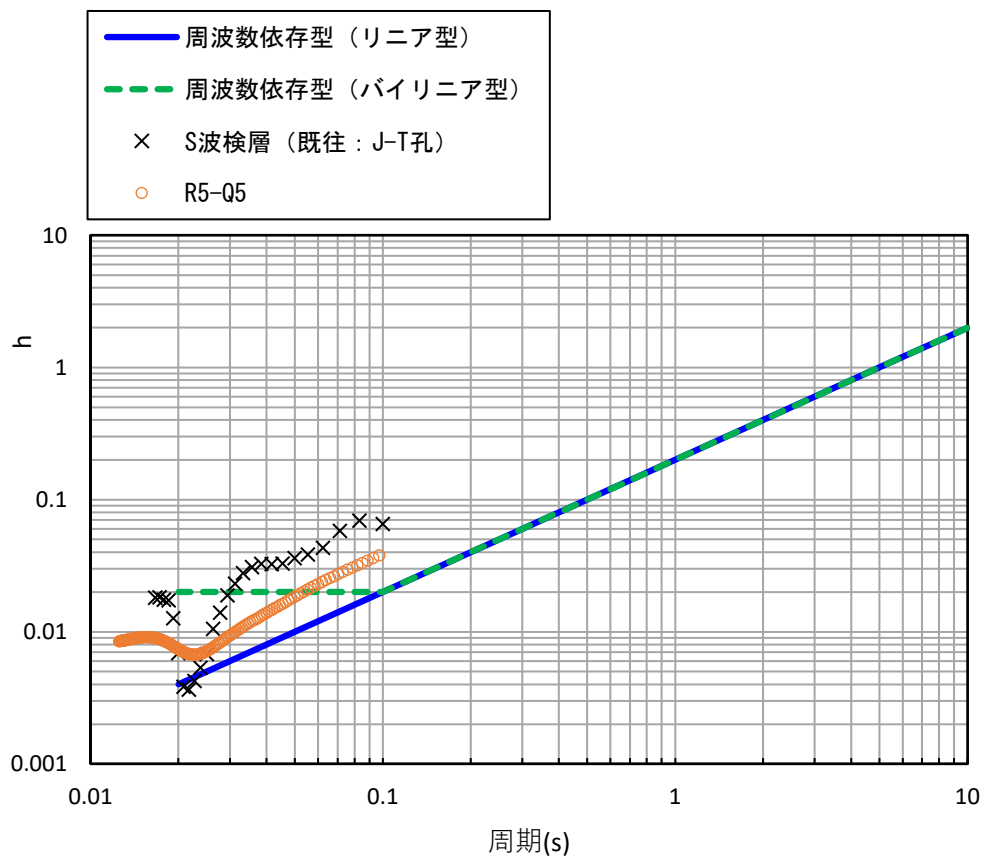
ただし、各地点の S 波検層結果の減衰定数の大きさは、データを取得した全周期帯（周期 0.0125～0.1 秒）において、地震観測記録に基づく減衰定数の同定結果よりも数%程度大きい傾向を示す。

この要因としては、以下のことが考えられる。

「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」において、西側地盤の地下構造の傾斜を考慮し、これを鑑みた初期モデルを設定している。

同定にあたっては、1次元地下構造を仮定した条件において、速度構造のコントラストによる地震波の増幅と、減衰定数による地震波の低減の両方による寄与の総量については、各深さの観測装置間の伝達関数を再現できていると考えられるが、それぞれの寄与の割合までは、上記の地下構造の傾斜に起因する地震波の複雑な伝播の状況を再現しきれていない可能性が考えられる。

一方で、S波検層データは、各グループにおけるボーリング孔において直接加振を行った結果に基づく実測値としてデータを取得しているものであることから、各地点の地盤の特徴を表したデータとしては信頼性の高いものになっていると考えられる。



第 5.1.1-2 図 各手法により得られた減衰定数の比較 (西側地盤)

(3) 東側地盤

まず、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示した減衰定数と、「4.3 敷地における S 波検層による評価結果」に示した敷地内各位置において得られた減衰定数のデータの比較を、第 5.1.1-3 図において行った。

地震観測記録に基づく同定にあたっては、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示したとおり、周波数依存性（リニア型及びバイリニア型）を考慮した減衰定数について、地震観測記録をよく説明する値が得られている。

この値は、敷地内のうち、地震観測地点における減衰定数のデータに該当するが、第 5.1.1-3 図に示すとおり、当該地盤内の S 波検層結果（敷地内各位置の追加データ）は、いずれの地点においても東側地盤観測点における減衰定数の同定結果（周波数依存:リニア型）と比較して、周波数特性の傾きがよく整合している。

また、S 波検層結果は、0.01～0.02 秒以下のごく短周期領域からス
イープ波形の最長周期 0.1 秒までにおいて、周波数依存性を有してい
る傾向が見て取れる。

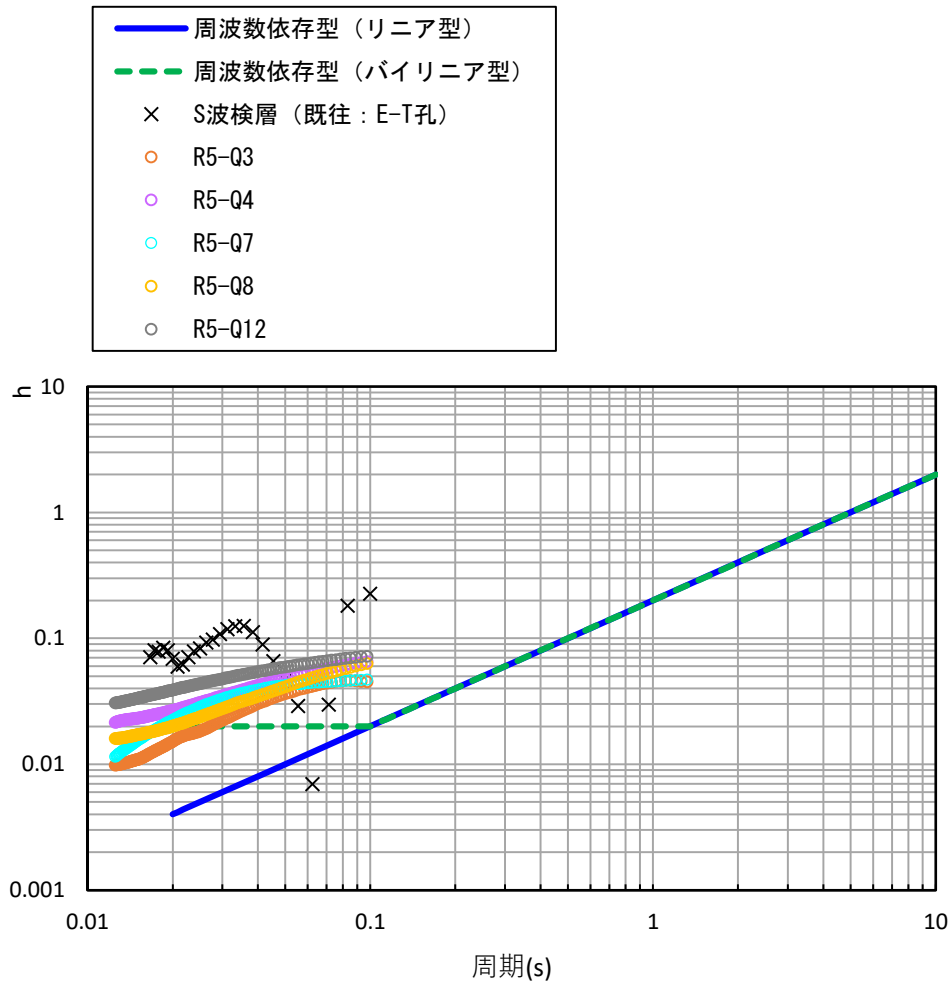
ただし、各地点の S 波検層結果の減衰定数の大きさは、データを取得した全周期帯（周期 0.0125～0.1 秒）において、地震観測記録に基づく減衰定数の同定結果よりも 1 オーダー程度大きくなっており、乖離がみられる。

この要因としては、以下のことが考えられる。

「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」において、東側地盤の地震観測地点近傍に分布する断層による地下構造の不連続性を考慮し、これを鑑みた初期モデルを設定している。

同定にあたっては、1次元地下構造を仮定した条件において、速度構造のコントラストによる地震波の増幅と、減衰定数による地震波の低減の両方による寄与の総量については、各深さの観測装置間の伝達関数を再現できていると考えられるが、それぞれの寄与の割合までは、上記の断層による地下構造の不連続性に起因する地震波の複雑な伝播の状況を再現しきれていない可能性が考えられる。

一方で、S波検層データは、各グループにおけるボーリング孔において直接加振を行った結果に基づく実測値としてデータを取得しているものであることから、各地点の地盤の特徴を表したデータとしては信頼性の高いものになっていると考えられる。



第 5.1.1-3 図 各手法により得られた減衰定数の比較 (東側地盤)

5.1.2 既往知見との整合性を踏まえた比較

本章では、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に示した減衰定数と、「4.3 敷地における S 波検層による評価結果」に示した敷地内各位置において得られた減衰定数のデータについて、速度構造の観点で既往知見との照合を行う。

比較にあたっては、佐藤ほか(2006)において、上述のとおり、バイリニア型の減衰モデルが示されているが、あわせて、地盤の速度構造に応じた減衰定数の傾向も示されていることから、佐藤ほか(2006)に示される値と、敷地における速度構造との整合性の観点で行う。

佐藤ほか(2006)による岩盤観測点の減衰定数の評価結果において、複数の地点又は速度層における減衰定数が示されており、浅部または低速度層ほど大きく評価され、深部または高速度層ほど小さく評価される傾向となっている。佐藤ほか(2006)では、福島ほか(1994)における経験的な値も合わせて示されており、この値についても上記と同様の傾向となっている。

ここで、佐藤ほか(2006)に示される減衰定数は、第 5.1.2-1 表に示す 2 地点(OBS-A 及び OBS-B)において評価されたものである。

敷地に分布する岩盤は、堆積岩を主体としており、その速度構造は、「4.4.8 a. 伝達関数による評価結果(振動数依存性あり: リニア型及びバイリニア型)」に示したとおり、中央地盤で 760~830m/s、西側地盤で 580~660m/s、東側地盤で 640~1090m/s と同定されている。

なお、敷地内の各位置において追加 S 波検層を実施した位置における速度構造についても、中央地盤で 740~910m/s、西側地盤で 570~730m/s、東側地盤で 630~1080m/s となっており、上記地震観測地点における速度構造と同等である。

第 5.1.2-1 図~第 5.1.2-3 図に、各地点において得られた S 波検層データと、データ取得地点における S 波速度構造を示す。各位置における速度構造は、「別紙 2-1 岩盤部分の物性値等の設定について」に示す、各 S 波検層位置において実施している PS 検層結果を参照する。

このことから、佐藤ほか(2006)における評価地点のうち、速度構造としては、OBS-A における GL0~-25m が敷地と近い条件となっている

が、岩盤種別としては、敷地と同じく堆積岩で構成されている OBS-B が敷地と近い条件となっている。

上記を踏まえ、佐藤ほか(2006)に示される OBS-A における GL0~-25m 及び OBS-B における GL0~-36.9m における評価(図中太点線のうち「OBS-A (GL0~-25m)」)、太実線のうち「OBS-B (GL0~-36.9m)」及び福島ほか(1994)による $V_s=700\text{m/s}$ における経験的な値(図中細点線のうち「($V_s700\text{m/s}$)」)を参照し、散乱減衰が卓越する振動数依存性を有する領域における減衰定数の傾き及び大きさについて、中央地盤及び東側地盤において同定された減衰定数との比較を行った。比較の結果を以下(1)~(3)に示す。

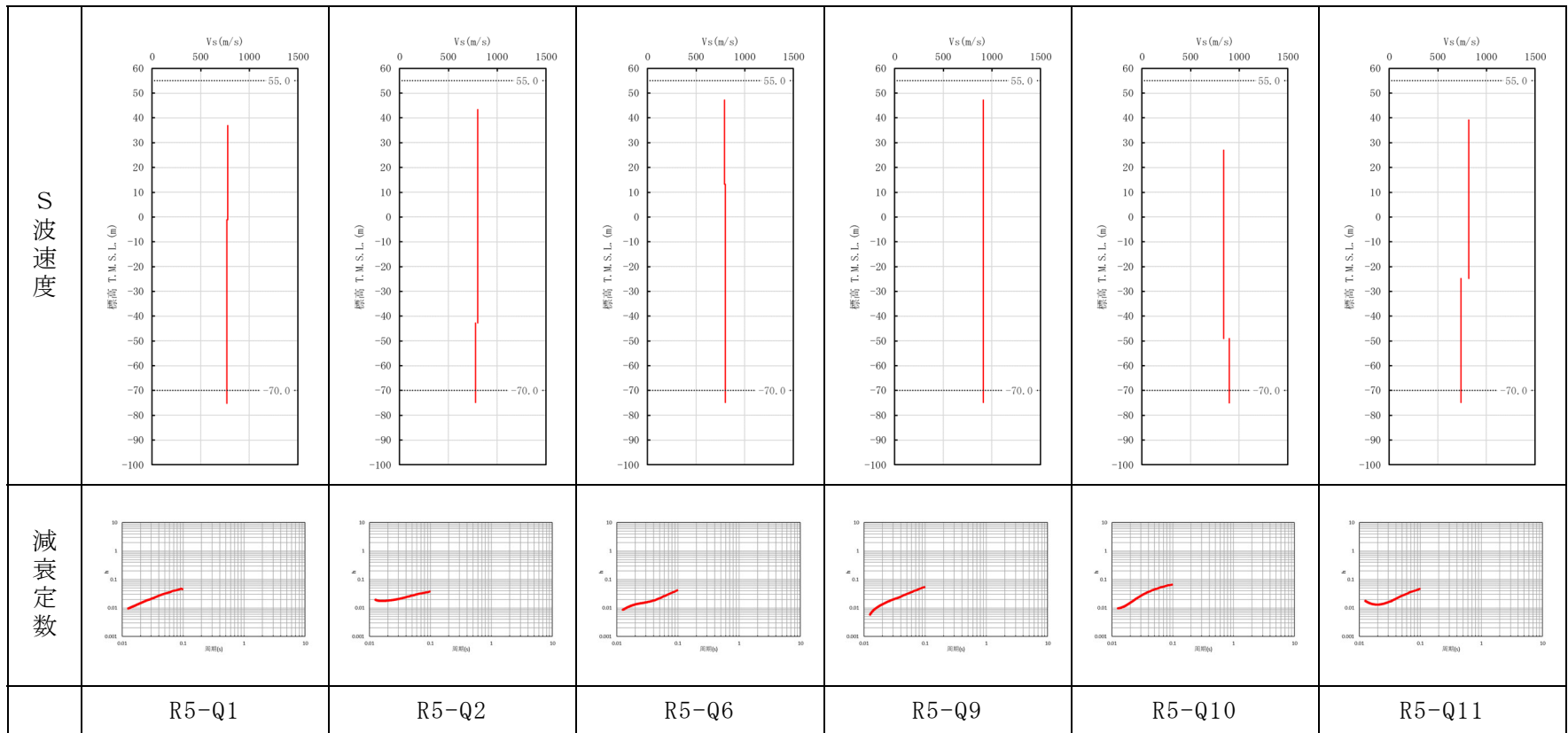
第 5.1.2-1 表 佐藤ほか（2006）にて対象とされている地点の地下構造

(a) OBS-A

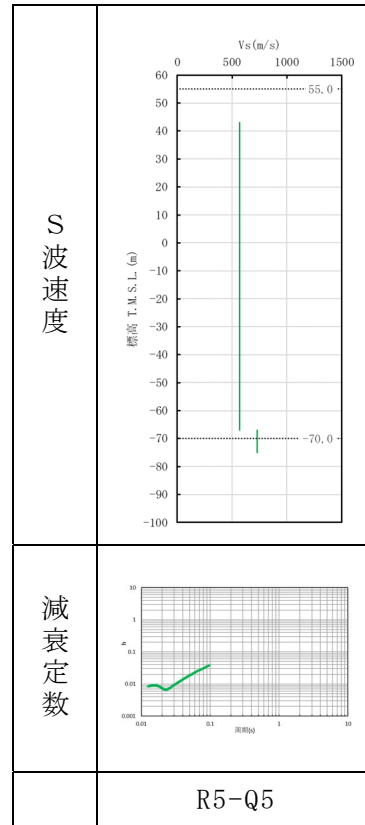
深さ (GL) (m)	S 波速度 (m/s)	主な構成岩種
0～-25	205～935	安山岩や凝灰角礫岩
-25～-128	1280～2000	
-128～-220	2397	

(b) OBS-B

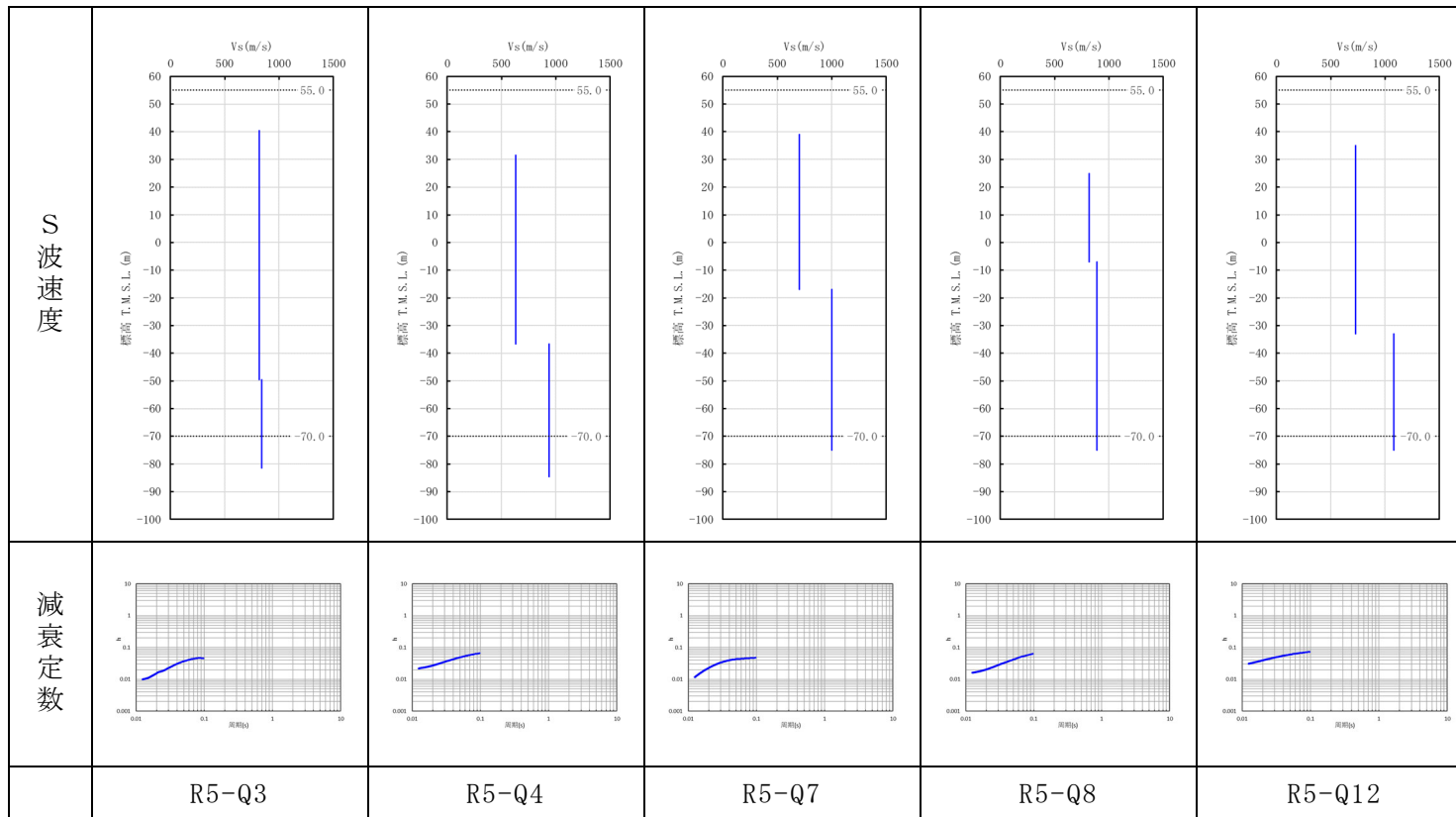
深さ (GL) (m)	S 波速度 (m/s)	主な構成岩種
0～-36.9	1016～1812	砂岩や頁岩等の堆積岩
-36.9～-147.7	1811～2610	



第 5.1.2-1 図 追加調査により得られた S 波速度と減衰定数（中央地盤）



第 5.1.2-2 図 追加調査により得られた S 波速度と減衰定数（西側地盤）



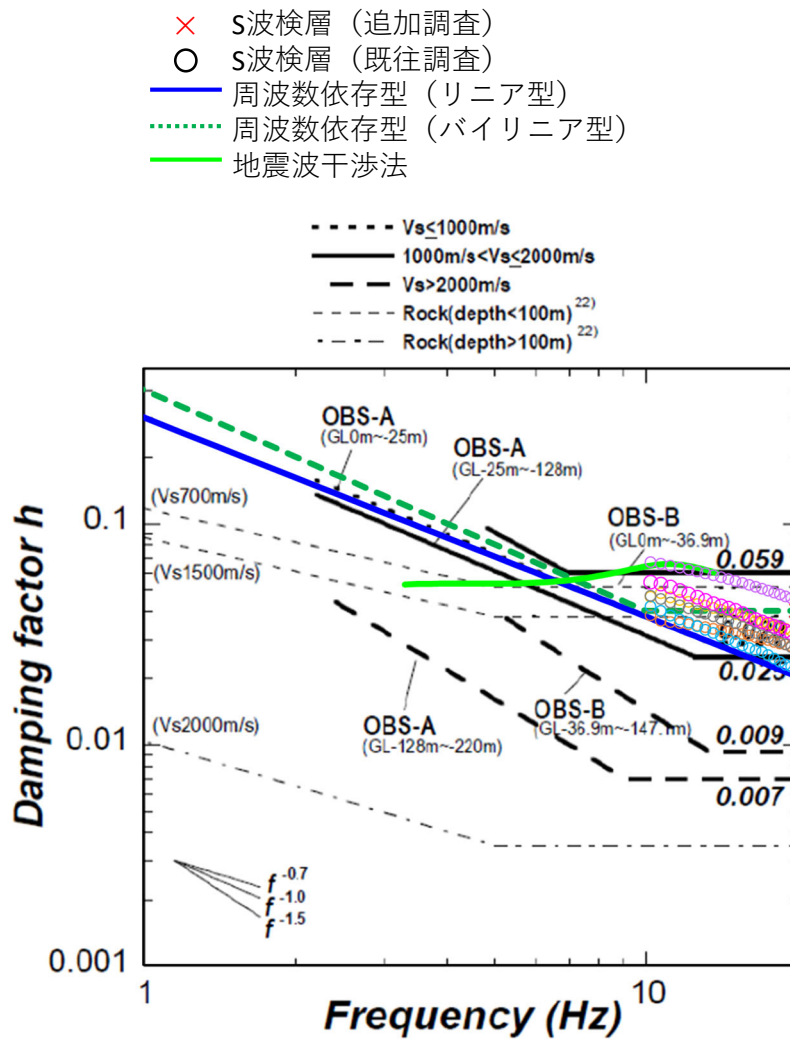
第 5.1.2-3 図 追加調査により得られた S 波速度と減衰定数（東側地盤）

(1) 中央地盤

中央地盤における比較結果を第 5.1.2-1 図に示す。中央地盤については、振動数依存性を考慮した減衰定数（リニア型・バイリニア型）について、振動数依存性の傾きが OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m における評価結果及び福島ほか(1994)による $V_s=700\text{m/s}$ における経験的な値にみられる振動数依存性の傾きとよく整合している。

S 波検層結果から得られた減衰定数については、高振動数でのみ得られているデータであり、本知見に見られる周波数依存性の頭打ちが見られないものの、その大きさは、いずれの地点におけるデータについても、OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m の概ね中間に分布しており、既往知見と整合的な減衰定数が得られていることを確認した。

以上のことから、敷地において評価された減衰定数は、地震観測記録を用いた同定結果と S 波検層結果ともに、中央地盤におけるいずれの地点においても、既往知見と整合しており、地盤の実態として、類似地点における一般的な減衰定数と乖離しないものとなっていると考えられる。



第 5.1.2-1 図 佐藤ほか (2006) による岩盤観測点における減衰定数 h
 ($h=1/2Q$) 推定結果に対する中央地盤における同定結果の比較結果
 (図中点線は、福島ほか (1994) による減衰定数の経験的な値)

(2) 西側地盤

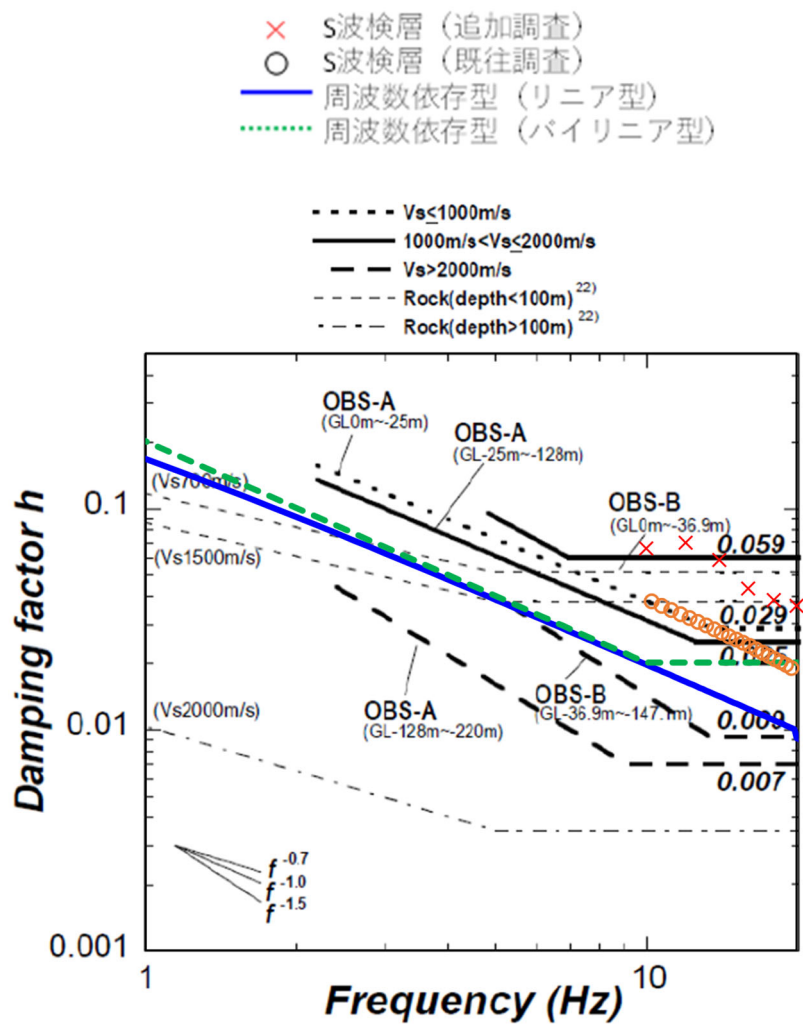
西側地盤における比較結果を第 5.1.2-2 図に示す。西側地盤については、振動数依存性を考慮した減衰定数（リニア型・バイリニア型）について、振動数依存性の傾きが OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m における評価結果及び福島ほか(1994)による $V_s=700\text{m/s}$ における経験的な値にみられる振動数依存性の傾きとよく整合している。

ただし、減衰定数の大きさについては、上記 2 地点及び経験的な値に対し、値として約 0.5 倍程度に小さい値が得られている傾向となっている。

一方、S 波検層結果から得られた減衰定数については、高振動数でのみ得られているデータであり、本知見に見られる周波数依存性の頭打ちが見られないものの、その大きさは、いずれの地点におけるデータについても、OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m の中間に分布しており、既往知見と整合的な減衰定数が得られていることを確認した。

これは、「5.1.1 散乱減衰を含むデータに係る評価手法間の比較」に示したとおり、地震観測記録を用いた同定結果が 1 次元地下構造を仮定した条件において速度構造と減衰定数の両方を変数として評価した値であることに対し、S 波検層データは、各グループにおけるボーリング孔において直接加振を行った結果に基づく実測値としてデータを取得しているものであることから、各地点の減衰定数のみに着目したデータとしては信頼性の高いものになっていると考えられる。

以上のことから、敷地における岩盤部分の減衰定数としては、S 波検層結果より得られた減衰定数は十分な信頼性を有しており、S 波検層結果は、西側地盤におけるいずれの地点においても、既往知見とも整合していることから、西側地盤については、地盤の実態として、類似地点における一般的な減衰定数と乖離しないものとなっていると考えられる。



第 5.1.2-2 図 佐藤ほか (2006) による岩盤観測点における減衰定数 h ($h=1/2Q$) 推定結果に対する西側地盤における同定結果の比較結果 (図中点線は、福島ほか (1994) による減衰定数の経験的な値)

(3) 東側地盤

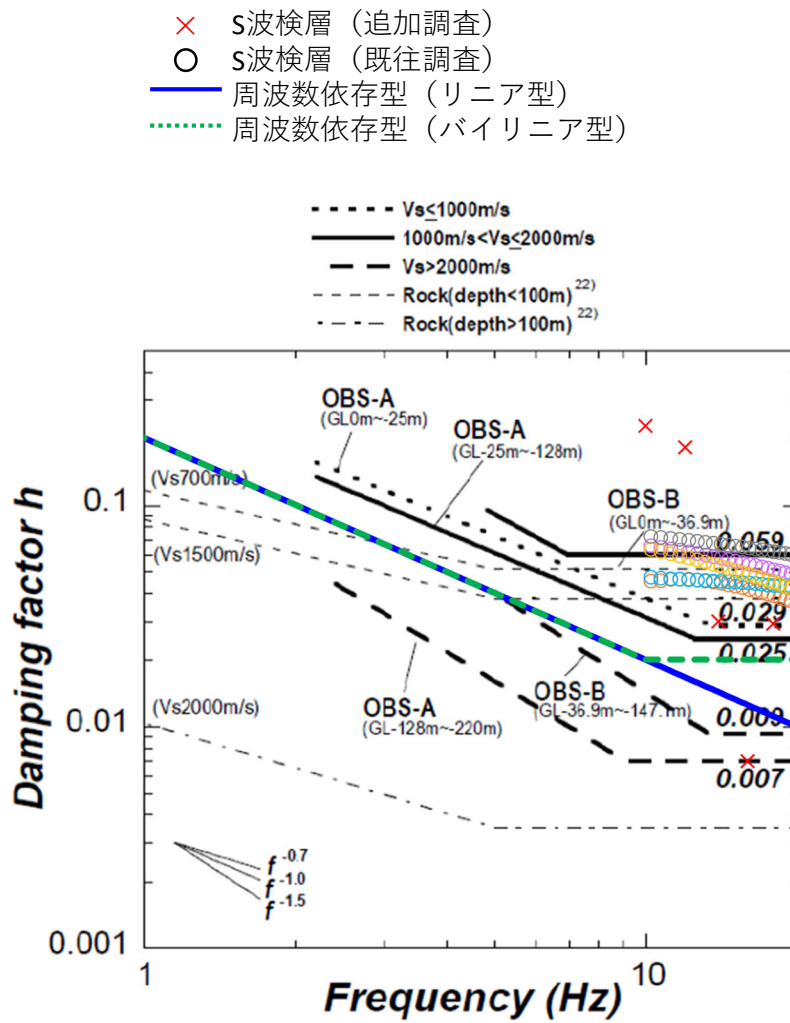
東側地盤における比較結果を第 5.1.2-3 図に示す。東側地盤については、振動数依存性を考慮した減衰定数（リニア型・バイリニア型）について、振動数依存性の傾きが OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m における評価結果及び福島ほか(1994)による $V_s=700\text{m/s}$ における経験的な値にみられる振動数依存性の傾きとよく整合している。

ただし、減衰定数の大きさについては、上記 2 地点及び経験的な値に対し、値として約 0.5 倍程度に小さい値が得られている傾向となっている。

一方、S 波検層結果から得られた減衰定数については、高振動数でのみ得られているデータであり、本知見に見られる周波数依存性の頭打ちが見られないものの、その大きさは、ばらつきの大きい既往データを除き、いずれの地点におけるデータについても、OBS-A における GL0m～-25m、OBS-B における GL0m～-36.9m の中間に分布しており、既往知見と整合的な減衰定数が得られていることを確認した。

「5.1.1 散乱減衰を含むデータに係る評価手法間の比較」に示したとおり、地震観測記録を用いた同定結果が 1 次元地下構造を仮定した条件において速度構造と減衰定数の両方を変数として評価した値であることに対し、S 波検層データは、各グループにおけるボーリング孔において直接加振を行った結果に基づく実測値としてデータを取得しているものであることから、各地点の減衰定数のみに着目したデータとしては信頼性の高いものになっていると考えられる。

以上のことから、敷地における岩盤部分の減衰定数としては、S 波検層結果より得られた減衰定数は十分な信頼性を有しており、S 波検層結果は、東側地盤におけるいずれの地点においても、既往知見とも整合していることから、東側地盤については、地盤の実態として、類似地点における一般的な減衰定数と乖離しないものとなっていると考えられる。



第 5.1.2-3 図 佐藤ほか (2006) による岩盤観測点における減衰定数 h ($h=1/2Q$) 推定結果に対する東側地盤における同定結果の比較結果 (図中点線は、福島ほか (1994) による減衰定数の経験的な値)

5.1.3 各位置において得られたS波検層データの扱いに関する分析

「5.1.2 既往知見との整合性を踏まえた比較」に示したとおり，中央地盤，西側地盤，東側地盤のいずれについても，S波検層結果の結果については，十分な信頼性を有し，既往知見との比較結果より，敷地における地盤の実態としては，類似地点における一般的な傾向と乖離しないことを確認した。

本章では，敷地における地盤の実態を考慮した減衰定数を設定する上で，S波検層結果が，敷地内で設定した近接する建物グループごとに得られたデータであることを踏まえ，各地点における地質構造と速度構造の両面に着目し，地点間の相対的な類似点または相違点について分析を行う。

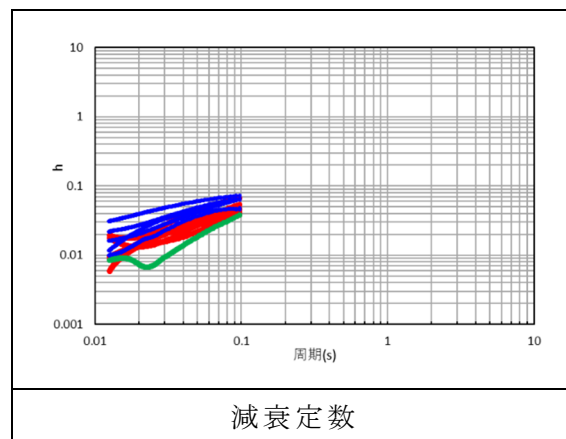
上記分析結果に基づき，敷地内各位置におけるS波検層結果に基づき，適切な範囲ごとに敷地の地盤の特徴を捉えた減衰定数を設定し，その適切性の確認を実施する。

(1) 地質構造の差と減衰定数の関係性の確認

「別紙 2-1 岩盤部分の物性値等の設定について」に示したとおり、敷地においては、岩盤種別としては、敷地内に分布する f-1 断層、f-2 断層を境として、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれにおいて、分布する岩種が同等であることに着目し、これら 3 エリア間における、地質構造と減衰定数の相関性の観点で確認を行った。

第 5.1.3-1 図に示すとおり、減衰定数の大きさは、東側地盤における減衰定数が、中央地盤及び西側地盤と同等オーダーであるものの、データが得られている全周期帯において大きな値となっている。

このことは、中央地盤及び西側地盤では比較的均質な堆積岩が主要な分布岩種であることに対し、東側地盤においては、軽石などの大きな内部構造の不均質さをもつ火山性の堆積物に対応する岩種が多く分布していることにより、層中での散乱が他地点と比較して卓越しやすい傾向になっているためであると考えられる。



第 5.1.3-1 図 追加調査により得られた S 波速度と減衰定数

(赤：中央地盤，青：東側地盤，緑：西側地盤)

(2)速度構造の差と減衰定数に係る相関性の確認

「5.1.2 既往知見との整合性を踏まえた比較」に示したとおり、佐藤ほか(2006)による岩盤観測点の減衰定数の評価結果において、複数の地点又は速度層における減衰定数が示されており、低速度層ほど大きく評価され、高速度層ほど小さく評価される傾向となっていることから、敷地において得られている S 波検層データについて、当該地点における S 波速度と減衰定数を整理し、地点間で相関性を有するか、確認を行った。

確認にあたっては、当該地点の深度方向の S 波速度分布（既往調査及び追加調査）について重みづけ平均した V_s の値に対する減衰定数の大きさをグラフ上にプロットした。参照する減衰定数は、いずれの地点においても周波数依存性の傾きが概ね同等であり、周期によって地点間の減衰定数の大小関係が大きく変動する傾向がデータに見られないこと、ごく短周期側では S 波検層結果に山谷を有するデータが得られていることから、本確認においては、代表として 0.1 秒における S 波速度結果を参照した。

第 5.1.3-2 図に、S 波速度と減衰定数の大きさをプロットしたグラフを示す。仮に、速度構造と減衰定数の大きさについて、既往知見と同様の相関性が見られるとすれば、S 波速度と減衰定数の大きさは負の相関を示し、プロットはグラフ上左上-右下に線状に分布することが考えられるが、敷地内の各地点における S 波検層データによれば、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれのエリア内においても、また、エリア間においてもその傾向は見られない。

このことから、敷地内における地点間の速度構造の差は、減衰定数に対して明確に影響を与えるような差とはなっていないことが確認できた。

また、地盤中の散乱減衰は、地中の速度境界における S 波速度のコントラストが大きい場合に、減衰定数が大きくなる可能性があることから、上記と同様に相関性を確認した。

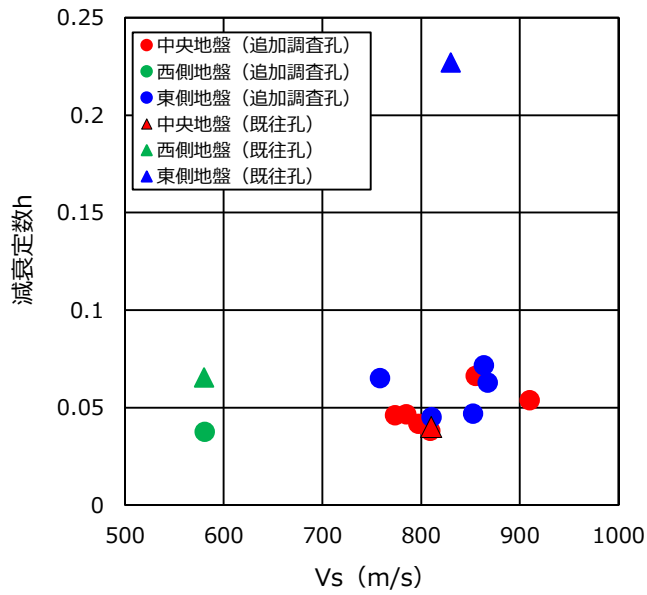
第 5.1.3-3 図に、S 波速度のコントラストと減衰定数の大きさを

ロットしたグラフを示す。仮に、速度構造のコントラストと減衰定数の大きさについて、上記の相関性が見られるとすれば、S波速度のコントラスト（上層 V_s /下層 V_s の値が小さいほどコントラスト大）と減衰定数の大きさは負の相関を示し、プロットはグラフ上左上-右下に線状に分布することが考えられる。

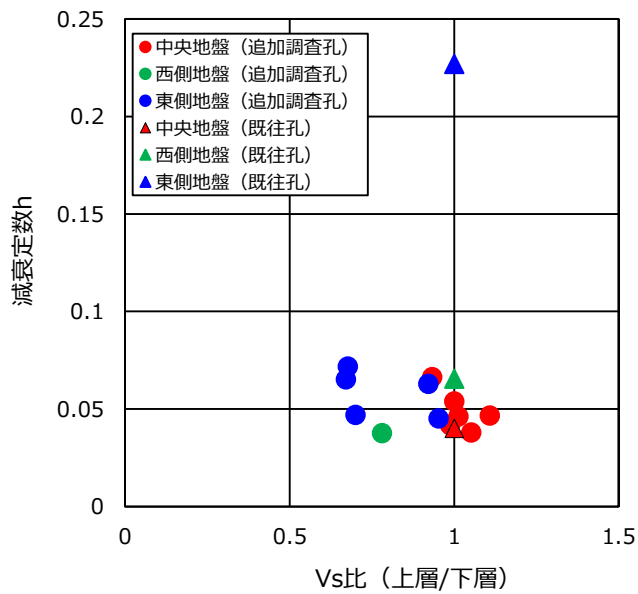
各エリア内におけるデータの特徴に着目すると、中央地盤については、各地点における速度構造のコントラストの差が無く、減衰定数の大きさとの相関性が見られるデータとはなっていない。東側地盤及び西側地盤については、速度構造のコントラストに差があるものの、減衰定数の大きさについてはコントラストの大きさに応じた明瞭な差はみられず、相関性を有していないデータとなっている。

各エリア間におけるデータの特徴に着目すると、各エリアにおける最大値及び最小値に着目すると、コントラストの大きい東側地盤において、減衰定数をやや大きく示す傾向となっているが、全体的な傾向としては明確には確認できない。

このことから、敷地内における地点間の速度構造のコントラストの差については、減衰定数に対して明確に影響を与えるような差とはなっていないことを確認した。



第 5.1.3-2 図 S 波速度と減衰定数の相関性に係る分析



第 5.1.3-3 図 S 波速度のコントラストと減衰定数の相関性に係る分析

5.1.4 各エリアにおける地盤の特徴を捉えた減衰定数の設定に係る検討

(1) S波検層データに基づく減衰定数の設定

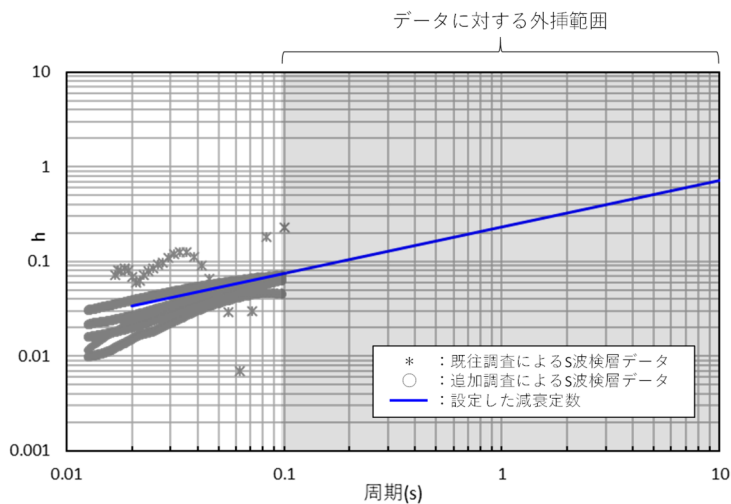
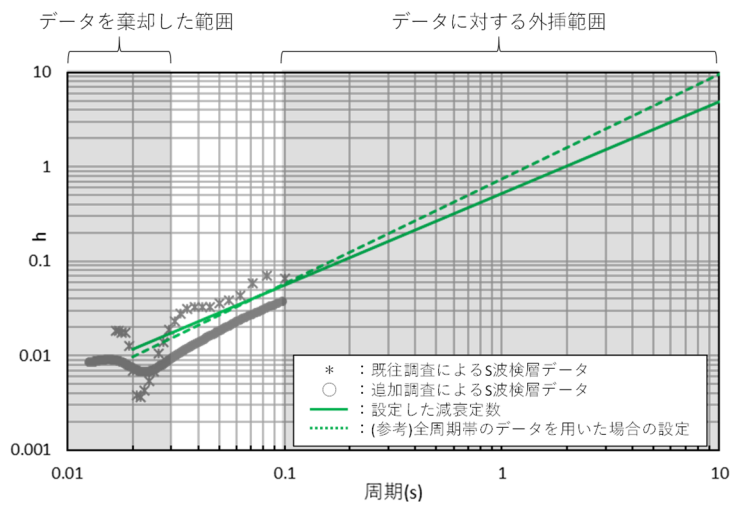
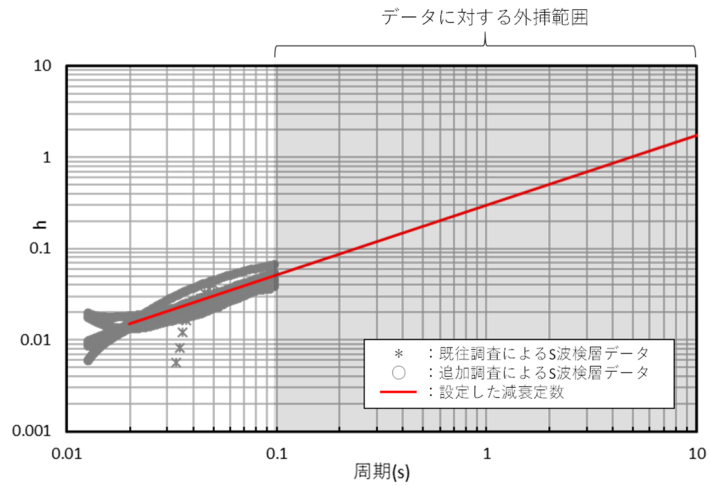
「5.1.3 各位置において得られたS波検層データの扱いに関する分析」に示した分析結果を踏まえると、敷地内における減衰定数については、データを取得した各地点の速度構造の差に起因する傾向の差は無いと考えられるものの、東側地盤については地質構造に起因すると考えられる差は有していると考えられることから、地盤の特徴を捉えた減衰定数の設定にあたっては、まずは、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれにおける既往及び追加調査によるS波検層データを平均化し、第5.1.4-1図に示すとおり周波数依存性を考慮した減衰定数を設定した。

S波検層データについては、0.1秒よりも短周期側で減衰定数が得られており、長周期側のデータは有しないことから、平均化にあたっては長周期側を外挿して設定した。

なお、西側地盤におけるS波検層データについては、周期0.02秒～0.03秒の領域において減衰定数に谷を有し、ごく短周期側で小さい値が評価されていることにより、平均値を算定した場合、外挿領域における周波数依存性の傾きが大きくなり、周期約1秒において減衰定数が1を上回る値となった。

この傾向は、「5.1.2 既往知見との整合性を踏まえた比較」に示した佐藤ほか(2006)に示される傾向とも大きく異なるものであることから、平均化にあたっては、この谷の影響を排除するため、S波検層データにおける0.03s以下のデータを棄却することとした。

西側地盤においては、上記のデータ処理を行っていること、また、入力地震動の算定結果に対しては、地盤の1次固有周期を含む外挿範囲の周期帯における設定による寄与が大きいことから、S波検層結果に基づく減衰定数について外挿を考慮して設定した場合においても、敷地における地震観測記録を説明可能な減衰定数となっていることを確認する目的で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施した。



第 5.1.4-1 図 S 波検層データに基づく減衰定数の設定結果

(2)シミュレーション解析による設定した減衰定数の妥当性確認

シミュレーション解析にあたっては、「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」において同定した中央地盤，西側地盤，東側地盤それぞれにおける速度構造及び減衰定数（周波数依存性考慮（リニア型）を参照）のうち，岩盤部分の減衰定数を S 波検層結果に置換する。

ただし，一部の層における減衰定数を置換することにより，表層地盤等も含めた地盤の減衰の総量変動することから，表層と解放基盤表面以深の減衰定数については再同定を行う。再同定は「敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」と同じ地震に対し，同じ方法で行う。

岩盤部分に相当する減衰定数を S 波速度検層結果に置換し，表層地盤及び解放基盤表面以深の減衰定数について再同定を行った結果を第 5.1.4-1 表～5.1.4-3 表に，地盤の各深さ間の伝達関数を第 5.1.4-1 図～第 5.1.4-3 図に示す。再同定を行っても，表層地盤及び解放基盤表面以深の減衰定数に大きな変動はなかったことから，今回反映した S 波検層結果に基づく岩盤部分の減衰定数は，観測記録に適合させる上で不自然な値とはなっていないと考えられる。

この再同定結果に基づくシミュレーション解析結果を第 5.1.4-4 図～第 5.1.4-6 図に示す。解析結果は，「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」と同様に，建物・構築物の基礎底面相当レベル（GL-18m）における地盤応答（地中波）を算出し，同レベルにおける地震観測記録（地中波）との比較として示す。

シミュレーション解析結果については，地震観測記録を用いた同定結果に基づくシミュレーション解析との比較を行うことが目的であること，また，本評価が線形解析であることを踏まえ，同定に用いた地震のうち，いずれの地震観測地点においても大加速度の記録が得られている，201103111446 地震及び 201205240002 地震を代表として確認することとした。

第 5.1.4-4 図～第 5.1.4-6 図に示すとおり，シミュレーション解析結果は，「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」におけるシミュレーション解析結果に対し，全周期でほぼ同値の

地盤応答が得られ、S波検層結果を考慮した減衰定数は、中央地盤、西側地盤、東側地盤のいずれの領域においても、データに対して外挿を行っている周期0.1秒よりも長周期側も含めて、地震観測記録をよく説明する結果となった。

以上より、中央地盤、西側地盤、東側地盤において得られたS波検層結果を平均化して設定した減衰定数は、敷地の地盤における振動特性をよく説明する値となっており、各エリアにおける地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数として適切な設定となっていることを確認した。

第 5.1.4-1 表 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果
(中央地盤)

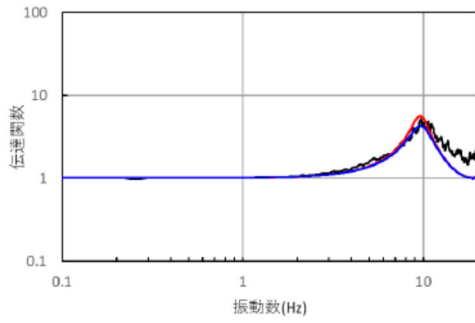
深度 GL (m)	No.	層厚 (m)	密度 ρ (g/cm ³)	S 波速度 Vs(m/s)	減衰定数 $h^{*1 *2}$		
					分類	ho	n
0	1	2	1.94	470	表層 1	0.3	0.9
-2	2	1.5				(0.3)	(0.8)
-3.5	3	1.5	1.94	560		0.5	0.8
-5	4	13	1.64	720	表層 2	(0.3)	(0.8)
-18	5	2				0.7	0.8
-20	6	40	1.75	760	岩盤	(0.5)	(0.5)
-60	7	60	1.85	830		0.3	0.8
-120	8	5	1.85	950	基盤	(0.3)	(0.9)
-125	9	75				0.3	1.0
-200	10	—				(0.3)	(0.9)

S 波検層結果に基づ
く減衰定数を反映

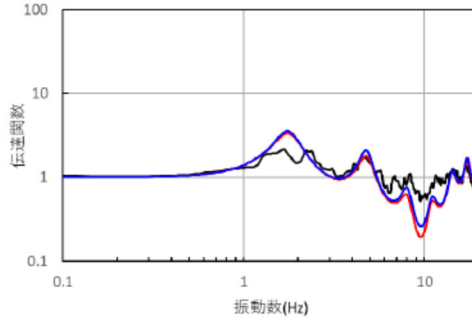
注記 *1: 振動数依存減衰 $h=ho \cdot f^{-n}$

*2: () 内の値は「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に
おける同定結果 (周波数依存性考慮: リニア型)

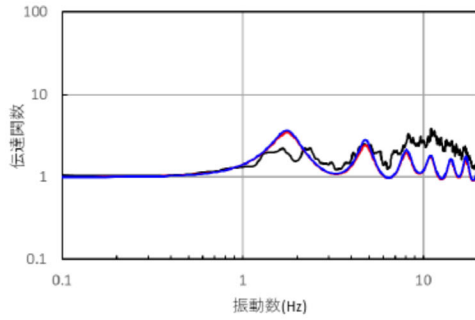
— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果



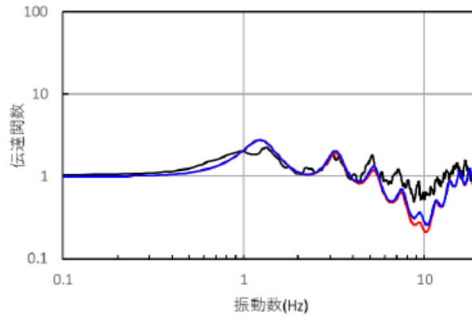
① GL-2m/GL-18m



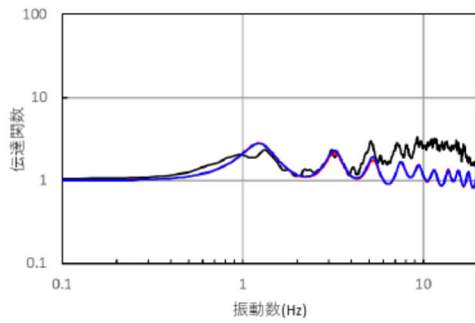
④ GL-18m/GL-125m



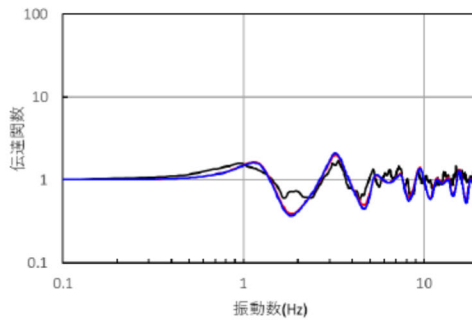
② GL-2m/GL-125m



⑤ GL-18m/GL-200m



③ GL-2m/GL-200m



⑥ GL-125m/GL-200m

第 5.1.4-1 図 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果の
伝達関数 (中央地盤)

第 5.1.4-2 表 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果
(西側地盤)

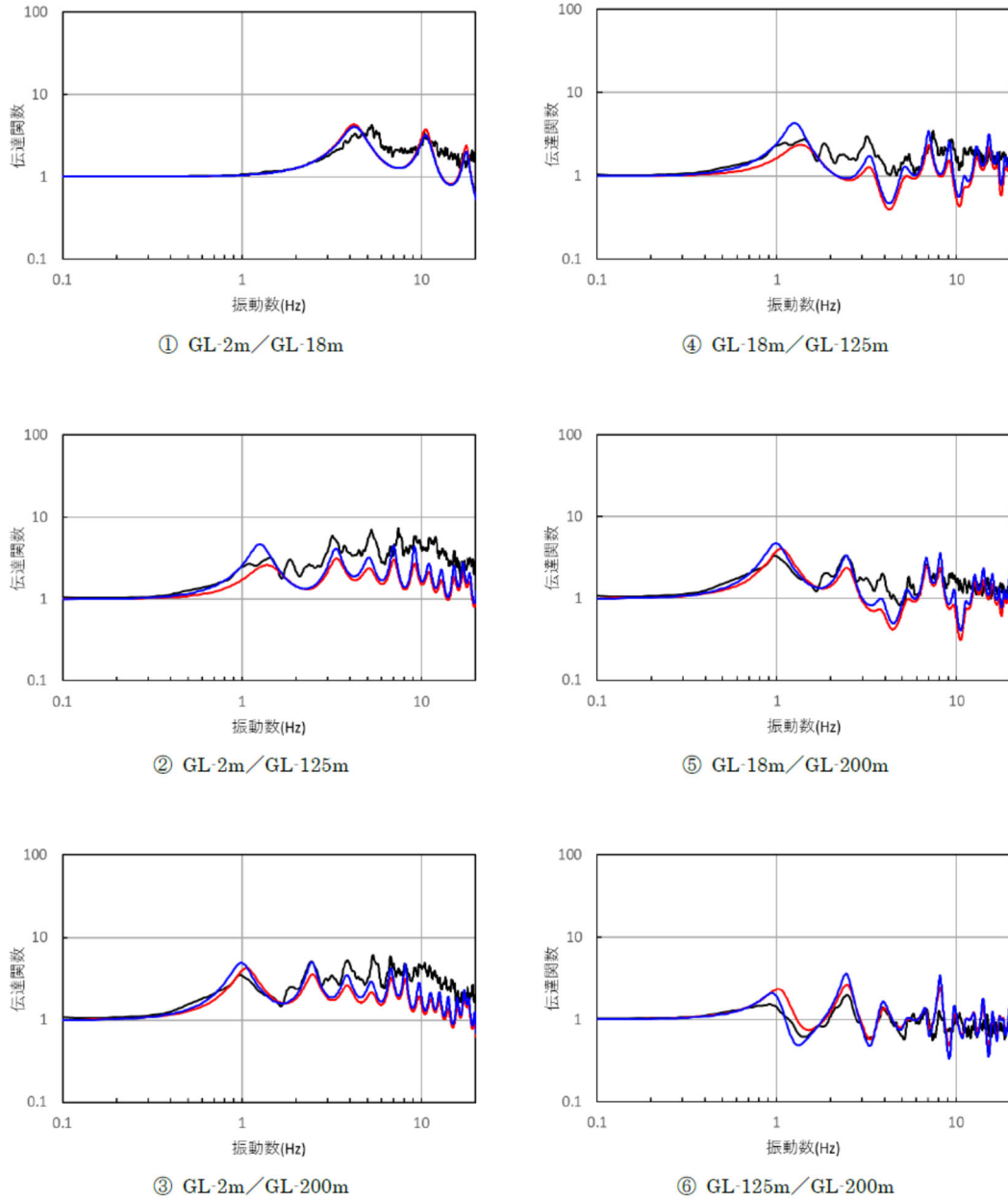
深度 (m)	No.	層厚 (m)	密度 ρ (g/cm ³)	S 波速度 Vs(m/s)	減衰定数 $h^{*1 *2}$				
					分類	ho	n		
GL 0m	1	2	1.73	230	表層 1	0.2	0.8		
-2.00	2	2.34				(0.2)	(0.8)		
-4.34	3	5.76		240		0.1	0.9		
						(0.1)	(0.9)		
-10.10	4	7.9	2.02	290	表層 2	0.9	0.8		
						(0.8)	(0.7)		
-18.00	5	18.82		420		0.1	0.8		
						(0.1)	(0.9)		
-36.82	6	36.68	1.59	580	岩盤	0.5	1.0		
						660	(0.2)	(1.0)	
-73.5	7	39.1							
-112.60	8	12.40	1.75	870	基盤	0.1	0.9		
-125.00	9	63.87							
-188.87	10	11.13	1.57	1050					
-200.00	11	—							

S 波検層結果に基づく減衰定数を反映

注記 *1: 振動数依存減衰 $h=ho \cdot f^{-n}$

*2: () 内の値は「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」における同定結果 (周波数依存性考慮: リニア型)

— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果



第 5.1.4-2 図 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果の
 伝達関数（西側地盤）

第 5.1.4-3 表 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果
(東側地盤)

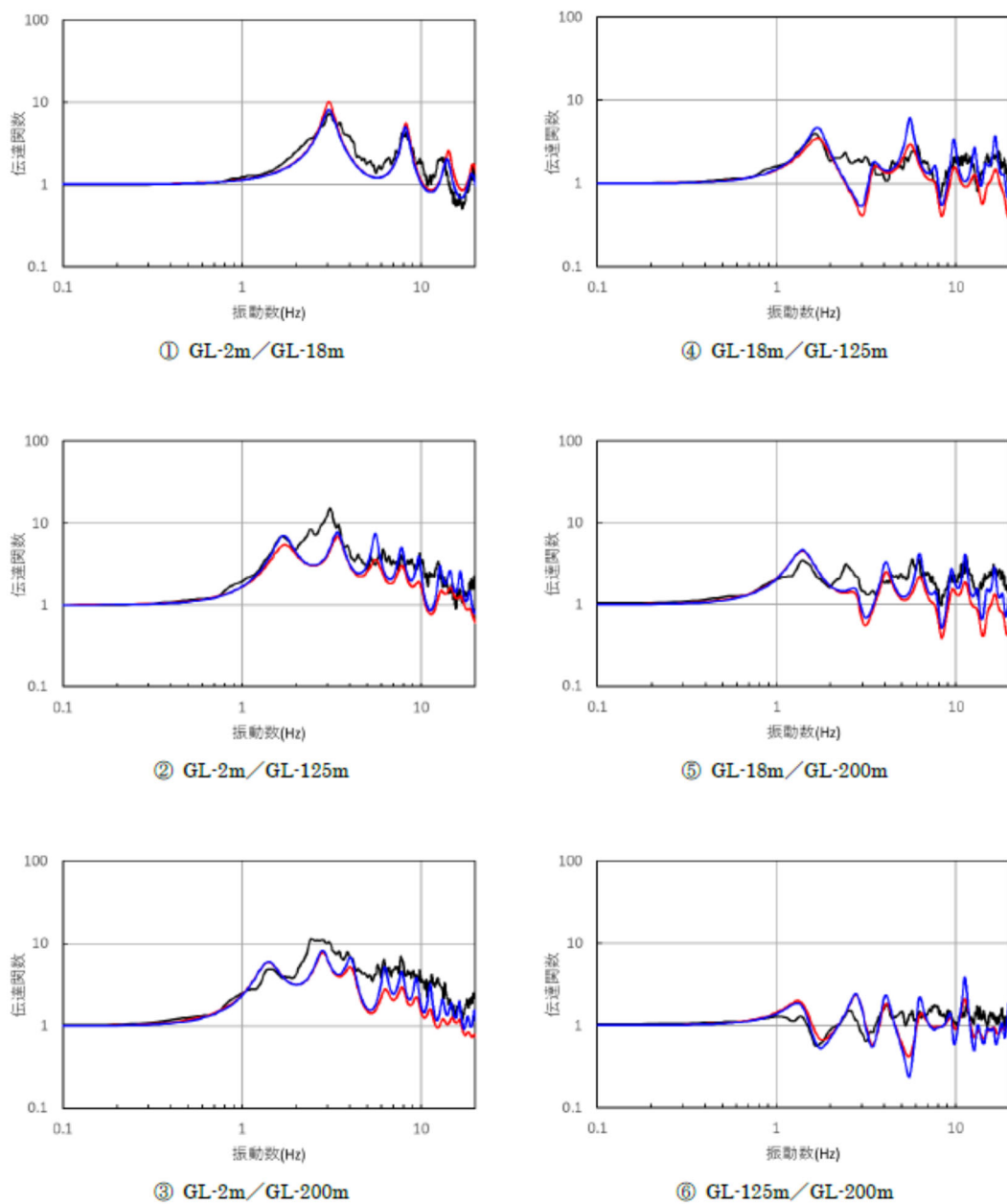
深度 (m)	No.	層厚 (m)	密度 ρ (g/cm ³)	S 波速度 Vs(m/s)	減衰定数 $h^{*1 *2}$		
					分類	ho	n
0	1	2	1.69	140	表層 1	0.8 (0.8)	0.1 (0.3)
-2.00	2	6.33		160		0.1 (0.2)	0.9 (0.9)
-8.33	3	6.4		210			
-14.73	4	3.27	1.72	310	表層 2	0.4 (0.3)	0.7 (0.8)
-18.00	5	0.68					
-18.68	6	53.2	1.59	640	岩盤	0.2 (0.2)	0.5 (1.0)
-71.88	7	43.85		1090			
-115.73	8	9.27	1.82	1190	基盤	0.2 (0.2)	0.9 (0.9)
-125.00	9	34.31					
-159.31	10	40.69	1.90	1200			
-200.00	11	—					

S 波検層結果に基づ
く減衰定数を反映

注記 *1: 振動数依存減衰 $h=ho \cdot f^{-n}$

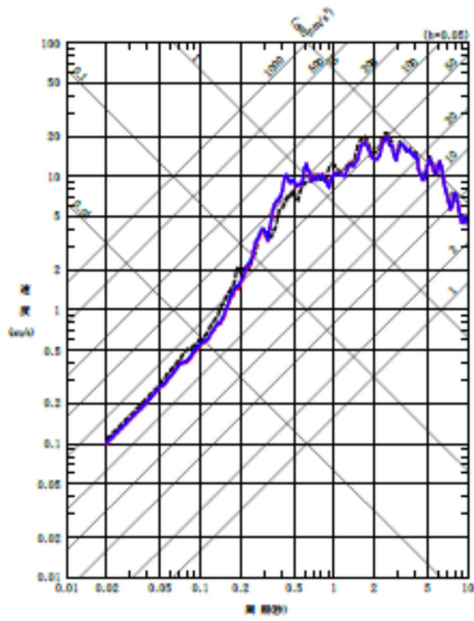
*2: () 内の値は「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」に
おける同定結果 (周波数依存性考慮: リニア型)

— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果

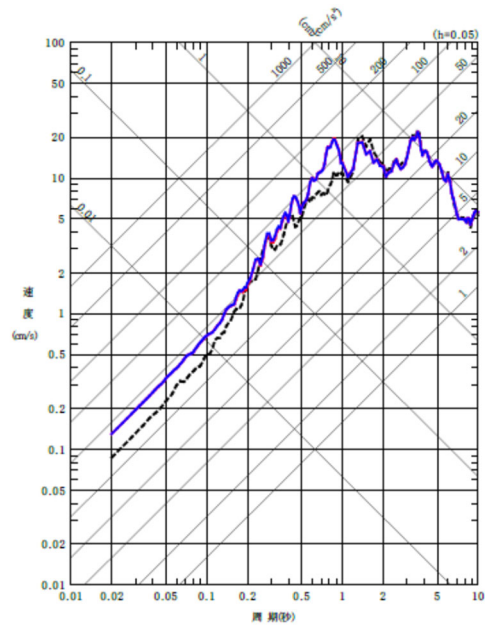


第 5.1.4-3 図 S 波検層結果に基づく減衰定数を反映した再同定結果の
 伝達関数（東側地盤）

— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果

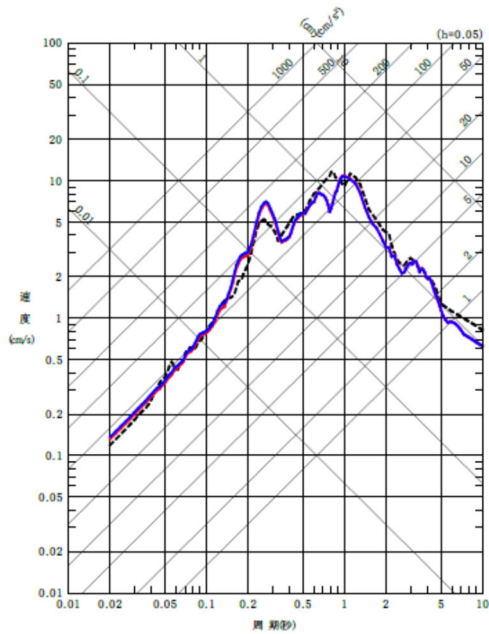


(NS 方向)

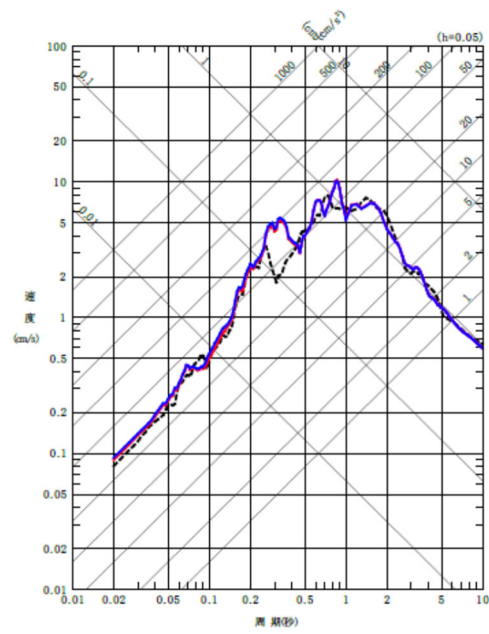


(EW 方向)

(a) 201103111446 地震



(NS 方向)

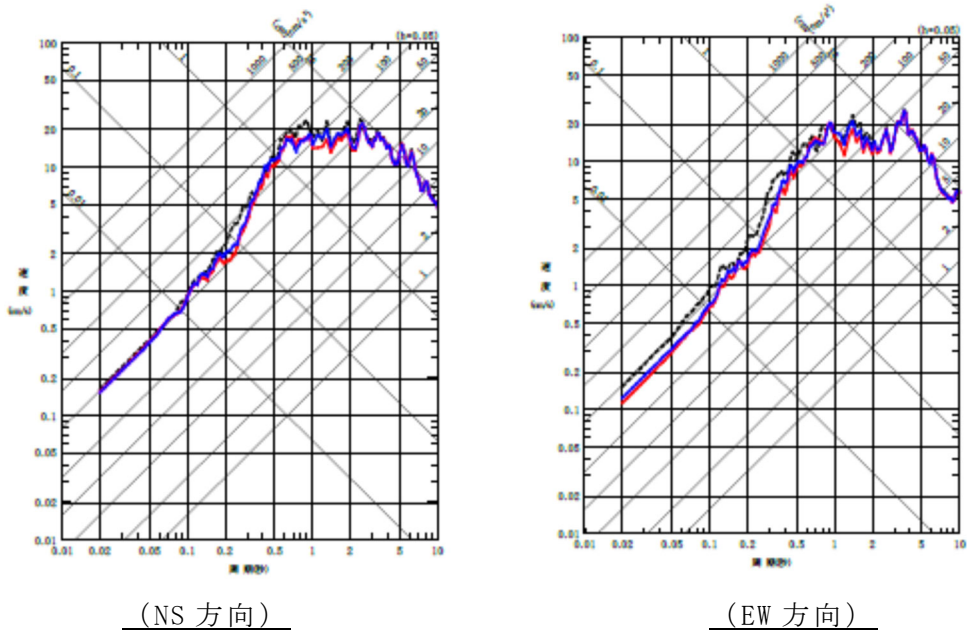


(EW 方向)

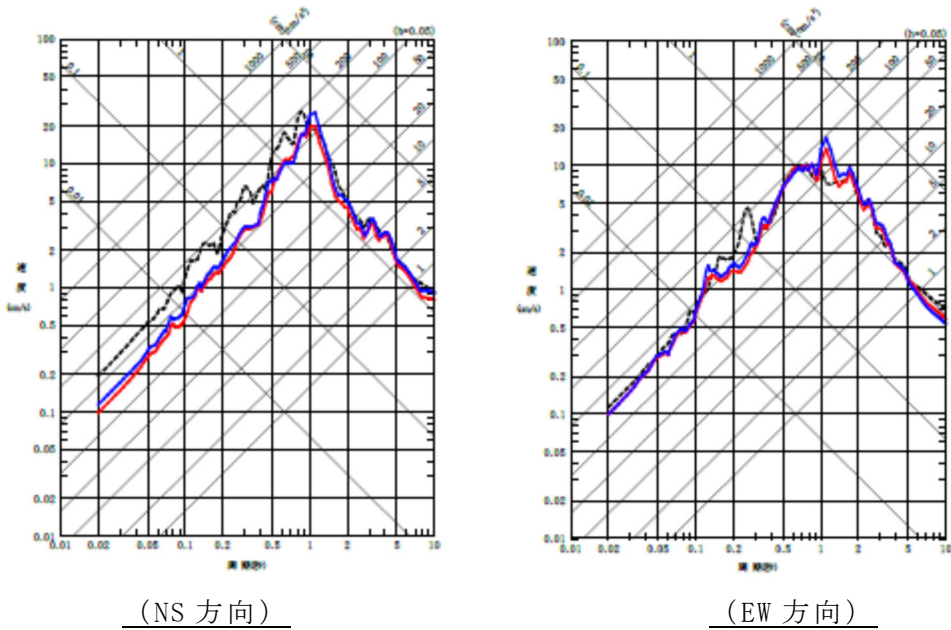
(b) 201205240002 地震

第 5.1.4-4 図 再同定前後のシミュレーション解析結果の比較 (中央地盤)

— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果



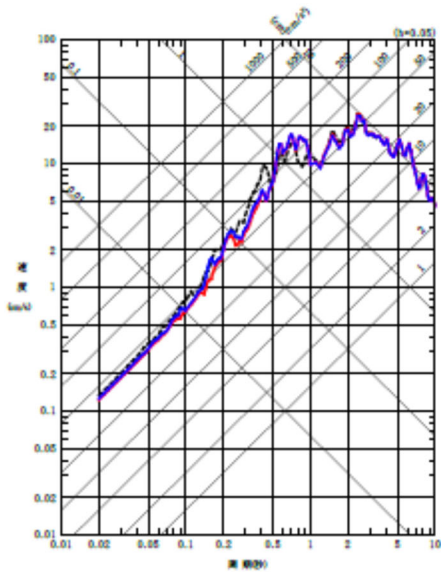
(a) 201103111446 地震



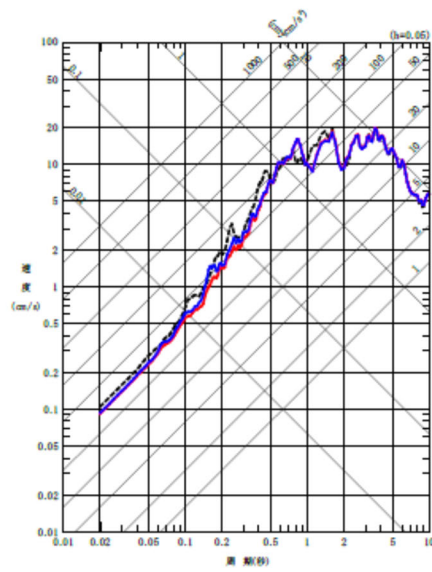
(b) 201205240002 地震

第 5.1.4-5 図 再同定前後のシミュレーション解析結果の比較 (西側地盤)

— 地震観測記録
 — 再同定結果
 — 地震観測記録に基づく同定結果

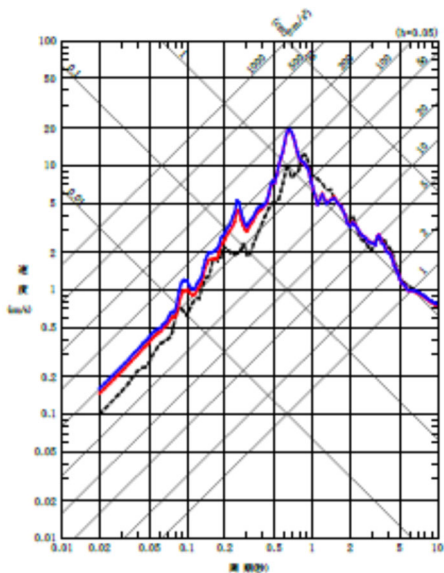


(NS 方向)

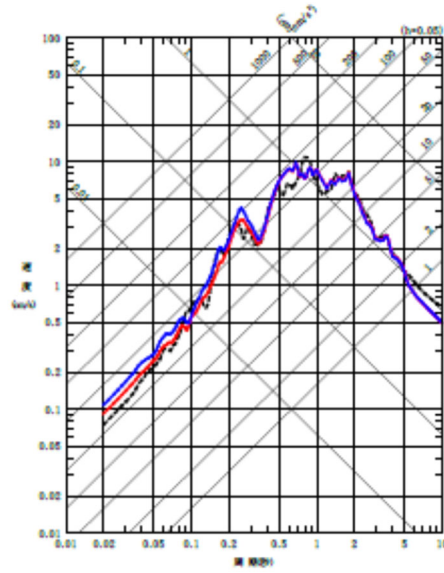


(EW 方向)

(a) 201103111446 地震



(NS 方向)



(EW 方向)

(b) 201205240002 地震

第 5.1.4-6 図 再同定前後のシミュレーション解析結果の比較 (東側地盤)

5.2 材料減衰に係る分析

5.2.1 各手法により評価された材料減衰と散乱減衰に係る考察

「2.1.2 JEAG4601-1987における評価手法」に示したとおり、地盤の実態としては、材料減衰と散乱減衰の両方が含まれるが、「3.3 敷地における減衰定数の評価方法」に示した各検討項目のとおり、敷地においては、材料減衰のみを考慮可能な手法のうち、信頼性の高いデータとして、三軸圧縮試験結果を取得している。

上記を踏まえ、本章では、「5.1.4 各エリアにおける地盤の特徴を捉えた減衰定数の設定に係る検討」において設定及び適切性の確認を行った減衰定数に対し、三軸圧縮試験によって得られている材料減衰が、物理的にどのような関係にあるか考察を行う。

散乱減衰と材料減衰の物理的な関係を示した知見として、「4.4.6 (2) 振動数依存性を考慮する設定（バイリニア型）」に示した、佐藤ほか（2006）による、バイリニア型の減衰モデルが挙げられる。このモデルは、散乱減衰は振動数依存性を有し、高振動数側になるに従って減少する傾向をもつが、ある一定の振動数よりも高振動数側においては、振動数特性を有しない材料減衰が支配的となり、減衰定数として一定の値に頭打ちするものとされている。

このことから、「5.1.4 各エリアにおける地盤の特徴を捉えた減衰定数の設定に係る検討」において設定した、材料減衰と散乱減衰の両方が考慮された周波数依存性を有する減衰定数は、ごく高振動数側では、敷地の岩盤部分における材料減衰と等価な値になっていると考えられる。

以上の考え方を踏まえ、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれにおいて設定した、敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数について、材料減衰との物理的な関係を分析した。

なお、S波検層については、敷地地盤に対する加振により減衰定数を評価しているが、その振幅は十分に小さく、岩盤部分における加振時に非線形性が卓越していることは無いと考えられることから、三軸

圧縮試験による評価結果については、各岩種の線形領域における値
（「4. 三軸圧縮試験による評価結果」に示す $h - \gamma$ 関係式におけるせん断ひずみ $\gamma = 0$ 時の値）を参照する。

(1) 中央地盤

中央地盤における主要岩種について、「4. 三軸圧縮試験による評価結果」に示したひずみ依存特性（ $h - \gamma$ 関係）に基づく線形領域の材料減衰の値を以下に示す。

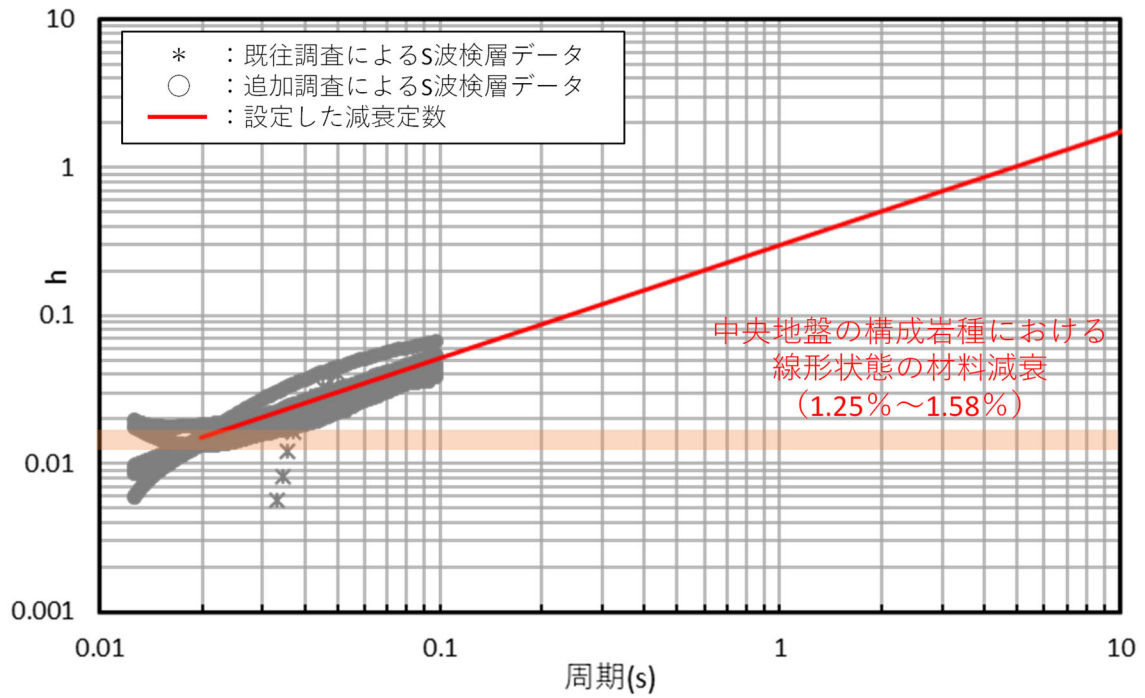
- ・ 細粒砂岩：1.29%
- ・ 泥岩（下部層）：1.25%
- ・ 粗粒砂岩：1.58%

中央地盤における敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と、上記材料減衰の対応関係を第 5.2.1-1 図に示す。

三軸圧縮試験結果に基づく材料減衰は、敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数の値におけるごく短周期側（約 0.02 秒）における減衰定数と整合的である。

また、「5.1 各データが有する振動特性に係る分析」に示したとおり、各位置における S 波検層結果において、信頼区間である 0.1 秒よりも短周期側においても、明瞭な振動数依存特性が確認できること、さらに、低振動数側に対する地震観測記録との適合性を考慮した、伝達関数による評価結果によれば、振動数依存性を考慮した減衰定数が地震観測記録との適合性がよいことを踏まえると、中央地盤においては、線形条件においては、ごく短周期側の領域まで、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると考えられる。

このことから。中央地盤における各グループの地盤個別の特徴としても、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると言える。



第 5.2.1-1 図 敷地における地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と
材料減衰の比較（中央地盤）

(2) 西側地盤

西側地盤における主要岩種について、「4. 三軸圧縮試験による評価結果」に示したひずみ依存特性（ $h - \gamma$ 関係）に基づく線形領域の材料減衰の値を以下に示す。

- ・ 泥岩（上部層）：1.42%
- ・ 砂岩・凝灰岩互層：2.04%
- ・ 礫混り砂岩：1.08%

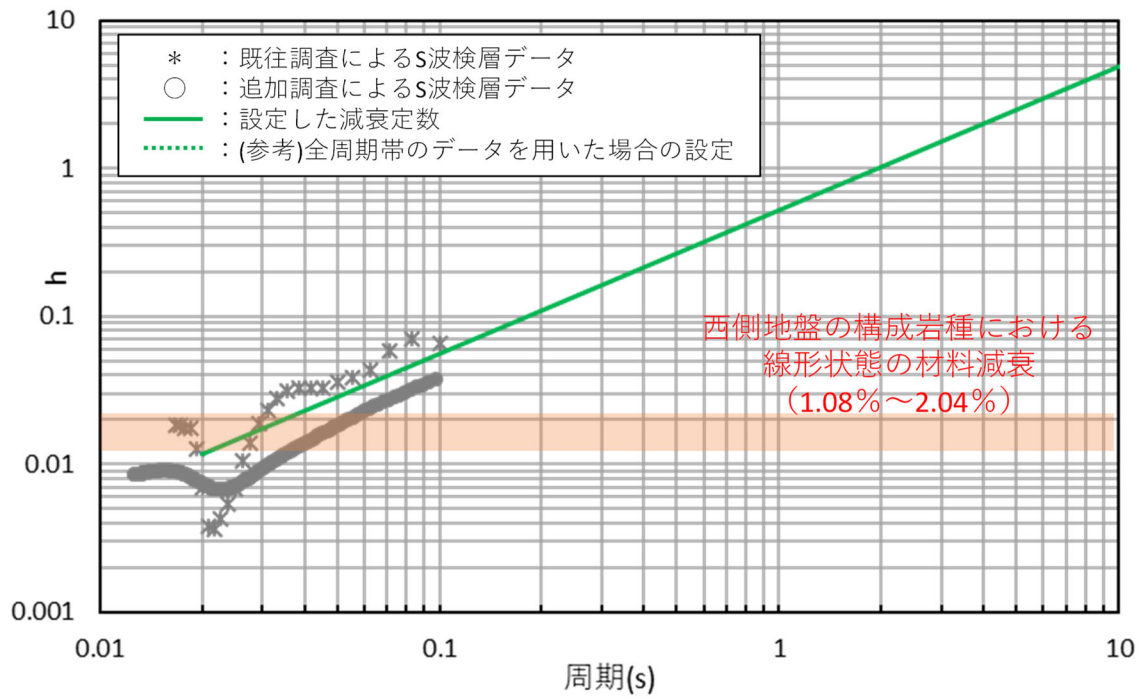
西側地盤における既往の S 波検層データと、上記材料減衰を第 5.2.1-2 図に示す。

西側地盤における敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と、上記材料減衰の対応関係を第 5.2.1-2 図に示す。

三軸圧縮試験結果に基づく材料減衰は、敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数の値におけるごく短周期側（約 0.02 秒）における減衰定数と整合的である。

また、「5.1 各データが有する振動特性に係る分析」に示したとおり、各位置における S 波検層結果において、信頼区間である 0.1 秒よりも短周期側においても、明瞭な振動数依存特性が確認できること、さらに、低振動数側に対する地震観測記録との適合性を考慮した、伝達関数による評価結果によれば、振動数依存性を考慮した減衰定数が地震観測記録との適合性がよいことを踏まえると、西側地盤においては、線形条件においては、ごく短周期側の領域まで、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると考えられる。

このことから。西側地盤における各グループの地盤個別の特徴としても、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると言える。



第 5.2.1-2 図 敷地における地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と
 材料減衰の比較 (西側地盤)

(3) 東側地盤

東側地盤における主要岩種について、「4. 三軸圧縮試験による評価結果」に示したひずみ依存特性（ $h - \gamma$ 関係）に基づく線形領域の材料減衰の値を以下に示す。

- ・ 砂質軽石凝灰岩：1.48%
- ・ 凝灰岩：1.47%
- ・ 軽石凝灰岩：1.34%
- ・ 軽石質砂岩：0.826%
- ・ 軽石混り砂岩：1.48%
- ・ 礫岩：0.274%
- ・ 細粒砂岩：1.29%

東側地盤における既往の S 波検層データと、上記材料減衰を第 5.2.1-3 図に示す。

東側地盤における敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と、上記材料減衰の対応関係を第 5.2.1-3 図に示す。

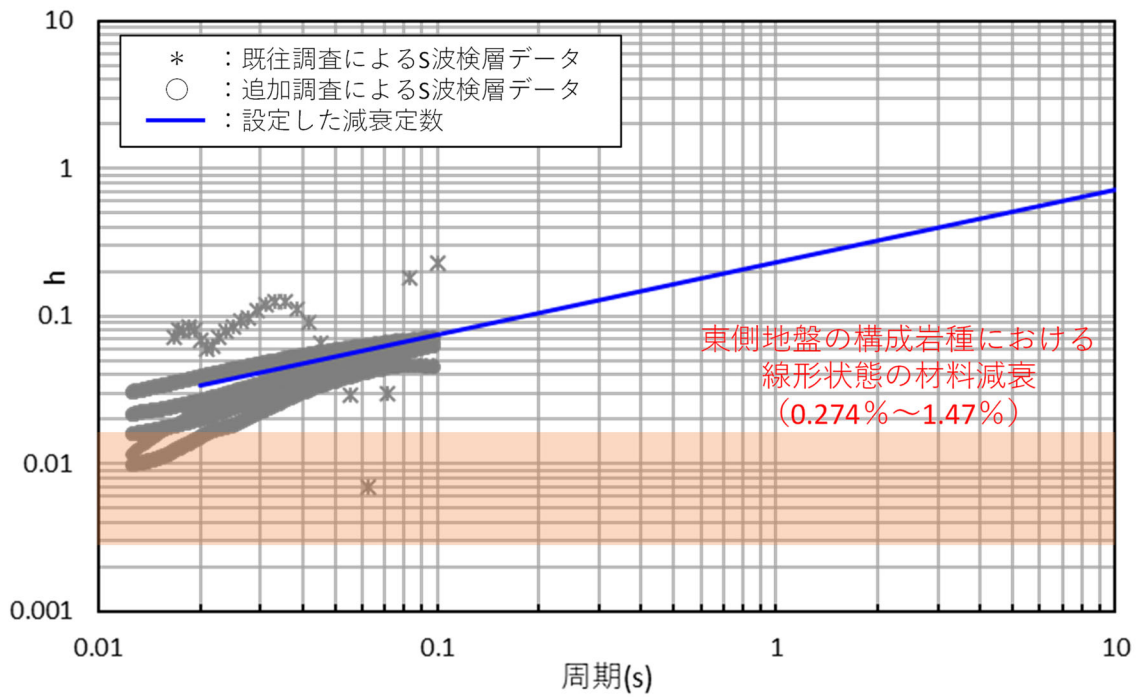
三軸圧縮試験結果に基づく材料減衰は、敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数の値におけるごく短周期側（約 0.02 秒）における減衰定数に対し、大きい傾向を示している。

この要因としては、「5.1.3 各位置において得られた S 波検層データの扱いに関する分析」に示したとおり、地質構造として、東側地盤においては、軽石などの大きめな内部構造の不均質さをもつ火山性の堆積物に対応する岩種が多く分布していることにより、層中での散乱が他地点と比較して卓越しやすい傾向になっていることにより周波数依存性を有する散乱減衰が支配的な構成となっており、ごく短周期側まで材料減衰が支配的とはなっていないためであると考えられる。

また、「5.1 各データが有する振動特性に係る分析」に示したとおり、各位置における S 波検層結果において、信頼区間である 0.1 秒よりも短周期側においても、明瞭な振動数依存特性が確認できること、さらに、低振動数側に対する地震観測記録との適合性を考慮した、伝達関数による評価結果によれば、振動数依存性を考慮した減衰定数が地震観測記録との適合性がよいことを踏まえると、東側地盤において

は、線形条件においては、ごく短周期側の領域まで、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると考えられる。

このことから。東側地盤における各グループの地盤個別の特徴としても、振動数依存性を有する散乱減衰が卓越していると言える。



第 5. 2. 1-2 図 敷地における地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数と
 材料減衰の比較 (東側地盤)

5.2.2 地盤の特徴を捉えた減衰定数の非線形性に係る設定

「4.1 三軸圧縮試験による評価結果」に示したとおり、いずれの岩種においても、岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）については、地盤のせん断ひずみが 10^{-2} 程度までは非線形化による減衰定数の変動は小さいものの、 10^{-2} よりも大きい範囲においては、減衰定数が有意に増大する傾向となっている。

このことから、敷地において、岩盤部分の非線形化が大きくなるような地震を考慮する場合においては、散乱減衰が支配的なものとなっている「5.1.4 各エリアにおける地盤の特徴を捉えた減衰定数の設定に係る検討」にて設定した周波数依存性を考慮した減衰定数に対し、三軸圧縮試験に基づくひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）を考慮した材料減衰の増大を考慮することが、敷地の地盤の特徴を捉えた設定になると考えられる。

5.3 敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数

「5.1 各データが有する振動数特性に係る分析」及び「5.2 材料減衰に係る分析」における分析結果を踏まえ、敷地における地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数については、以下(1)及び(2)に示すとおり設定する。

(1) 散乱減衰を考慮した減衰定数

- ・ 敷地内の各位置において得られている S 波検層データについて、中央地盤、西側地盤、東側地盤のそれぞれにおいて平均化した、周波数依存性を考慮した減衰定数を設定する。
- ・ S 波検層結果は、周期 0.1 秒よりも短周期側にのみデータを有するが、長周期側にその傾きが維持されるものとして、外挿して設定する。

(2) 非線形状態における減衰定数

- ・ 岩盤部分のひずみが進行するような地震動を考慮する場合においては、敷地内各位置における岩種の分布に対応した、三軸圧縮試験結果に基づくひずみ依存特性に基づき、材料減衰の増加を考慮する。

6. 「基本地盤モデル」に考慮するパラメータの設定

本章では、「1.はじめに」に示したとおり、第2回申請対象施設における「基本地盤モデル」の設定にあたり、一般的に耐震設計において広く用いられている設定の適用性や設計上の保守性を考慮した上で、耐震設計上用いるパラメータの設定の考え方について示す。

「5.3 敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数」に示した敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数の設定に対して、耐震設計を実施する上で、一般的に耐震設計において広く用いられている設定の適用性や設計上の保守性を考慮した「基本地盤モデル」として減衰定数を設定する場合の考え方について検討を行う。

「5.3 敷地の地盤の特徴を捉えた岩盤部分の減衰定数」に示した設定に対し、今後、設計に用いる上での周波数依存性の考え方、非線形性の考え方を整理し、Ss地震時の地盤応答の大きさの比較等を行い、「基本地盤モデル」を設定する。

6.1 振動数依存特性を考慮しない設定の適用性

「5. データの分析」に示したとおり、敷地における地盤の特徴としては、岩盤部分の減衰定数は、振動数依存特性を有している。なお、大地震時には、振動数依存性の無い材料減衰の非線形性を考慮した減衰定数の増大が考慮されることとなる。

一方で、JEAG4601-2015に示される慣用値に示されるように、耐震設計においては、減衰定数に振動数依存特性を考慮しない設定が、一般的に広く採用されており、他サイトにおける設計での採用実績も有していることから、その設定に関し、設計上の妥当性・信頼性も確保されていると考えられる。

また、振動数依存特性とひずみ依存特性を同時に考慮して建物・構築物の入力地震動を算定することは、解析プログラムの制約上困難である。

このことから、本章では、一般的に耐震設計において広く用いられている設定として、振動数依存特性を考慮しない設定の適用性について、地盤の実態を考慮した減衰定数の傾向を踏まえて検討する。

本資料では、敷地における岩盤部分の減衰定数を、地震観測記録を用いた方法により振動数依存性を考慮する場合としない場合の両方に対して評価を行っており、「4.4.8(b) 応答スペクトルによる評価結果（振動数依存性なし）」に示すとおり、地震観測記録によるシミュレーション解析結果の応答スペクトルについては、振動数依存性を考慮しない場合の減衰定数は、リニア型の振動数依存性を考慮した減衰定数に対し、特に建物・構築物の固有周期帯（水平 0.2～0.3 秒，鉛直 0.1 秒～0.2 秒）において応答を大きく評価しており、地盤の実態に対して過小評価することのない値であることを確認している。

以上のことを踏まえ、敷地において、建物・構築物の入力地震動を算定する上では、設計上の保守性両方の観点からも、「基本地盤モデル」に対しては、一般的に広く耐震設計にて用いられている設定である、振動数依存性を考慮しない場合の減衰定数を設定することは可能であると考えられる。

<p><u>設計に用いる地盤モデルを設定する上で考慮する、周波数依存性を考慮しない減衰定数の大きさについて検討を実施し、今後その結果を追加予定。</u></p>
--

なお、第 1 回設工認申請にて入力地震動の算定に用いた地盤モデルの減衰定数については、岩盤部分について、三軸圧縮試験に基づく材料減衰のみを考慮しているが、高振動数側で振動数依存性を考慮しない小さい値を低振動数側まで外挿し、地盤の実態として低振動数側に見られる散乱減衰は考慮しない設定としていることから、入力地震動を算定する上では小さい減衰定数を与えていることとなる。

6.2 減衰定数の非線形性についての検討

本資料における減衰定数の評価結果との関係の確認として、「別紙 2-2 岩盤部分の剛性の非線形性に係る検討について」に示す、ひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）に基づく S_s 地震時の岩盤部分のせん断ひずみに対応した減衰定数に基づく考察を以下に示す。

別紙 2-2 における、剛性の非線形性を考慮したときの地盤のひずみの算定結果に基づく分析であり、別紙 2-2 での各グループにおける地盤応答解析結果に基づく値を今後反映。

「4.4 敷地における地震観測記録を用いた減衰定数の評価結果」において、減衰定数の評価に用いた観測記録のうち、最大の加速度を有する地震は、最深部（GL-200m）において 30Gal 程度のものであることから、今回実施した評価では、地盤が線形状態であるときの材料減衰と散乱減衰が含まれた減衰定数を評価していると考えられることから、耐震設計上考慮する地震動のレベルに応じた考察を以下のとおり行った。

「4. 三軸圧縮試験による評価結果」に示した減衰定数のひずみ依存特性に基づき、中央地盤、西側地盤及び東側地盤の基本地盤モデルに設定している各岩種における S_s 地震時の材料減衰は以下のとおりであり、いずれの岩種においても、地盤の非線形化が進行することで、地盤の材料減衰が大きくなることを確認した。また、基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力に対しては、地盤のひずみは S_s 地震時に対しさらに大きくなることから、材料減衰も大きくなることとなる。

なお、地盤のせん断ひずみに対応する減衰定数については、添付書類「IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」及び「II-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」に示す各岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）を用いて算定した。

- ・細粒砂岩：線形条件：約 1.3%，非線形条件：約 2.3%
- ・泥岩（下部層）：線形条件：約 1.3%，非線形条件：約 1.6%
- ・粗粒砂岩：線形条件：約 1.6%，非線形条件：約 2.7%
- ・砂質軽石凝灰岩：線形条件：約 1.5%，非線形条件：約 2.9%
- ・凝灰岩：線形条件：約 1.5%，非線形条件：約 4.1%
- ・軽石凝灰岩：線形条件：約 1.3%，非線形条件：約 3.8%
- ・軽石質砂岩：線形条件：約 0.8%，非線形条件：約 2.0%
- ・軽石混り砂岩：線形条件：約 1.5%，非線形条件：約 3.5%
- ・礫岩：線形条件：約 0.3%，非線形条件：約 2.0%
- ・泥岩（上部層）：線形条件：約 1.4%，非線形条件：約 2.0%
- ・砂岩・凝灰岩互層：線形条件：約 2.0%，非線形条件：約 3.8%
- ・礫混り砂岩：線形条件：約 1.1%，非線形条件：約 2.7%

ひずみ依存特性（ $h - \gamma$ 曲線）により求めた減衰定数については、JEAG 4601-1987 に記載のとおり、地盤の非弾性的性質による材料減衰として示される。

しかし、JEAG4601-1987 においては、地盤の減衰定数について、材料減衰、散乱減衰及び各種波動現象を含んだ減衰定数となっていると言われており、評価手法ごとに、以下の関係性となっている。

$$h_{\text{室内試験}}(\text{材料減衰}) < h_{\text{弾性波探査}}(=\text{材料} + \text{散乱}) < h_{\text{地震観測}}$$

本資料において地震観測記録により評価した減衰定数は、線形条件における材料減衰、散乱減衰及び各種波動現象を含んだ値として評価されているものであり、 S_s 地震時には、上記のうち材料減衰が、線形条件における値（約 0.3%～約 2.0%）から大きくなる（約 1.6%～約 4.1%）ことを踏まえると、非線形状態が見込まれる S_s 地震時には、地震観測により評価した減衰定数は、短周期側で大きい値となると考えられる。

以上を踏まえ、設計に用いる地盤モデルの設定にあたっては、設計に用いる地震動の大きさを踏まえた非線形性を適切に考慮し、三軸圧縮試験結果から得られる地震時のひずみに応じた減衰定数の大きさを踏まえ、減衰定数を設定する必要がある。

設計に用いる地盤モデルに設定する減衰定数について周波数依存性を有する減衰定数に対して非線形性を考慮する場合の具体的な考え方について今後追加予定。

なお、第1回申請（PA, A4B）において考慮した地盤の減衰定数については、三軸圧縮試験に基づく材料減衰のみを考慮した減衰定数を設定した。

本来であれば、「1. はじめに」に示した本資料における検討の位置付けと同様に、まずは一般的・標準的な地盤物性値の設定方法に基づき、敷地における岩盤部分の減衰定数として、材料減衰と散乱減衰を含めた減衰定数を把握した上で、パラメータの設定を行う必要があったが、第1回申請においては、本資料に示すような検討までは行わずに、上記の設定結果を示したものである。

ただし、材料減衰のみを考慮することにより、結果的に小さい値の減衰定数を採用していることになるため、一般的・標準的な減衰定数の方法に従った設定を考慮したとしても、第1回申請において算定した入力地震動が非安全側となることはない。

6.3 鉛直方向の減衰定数の扱い

本章では、水平方向と鉛直方向の地盤の実態を考慮したパラメータの値を比較し、「基本地盤モデル」の設定にあたり、いずれかの値に統一することが可能か検討を行う。

「4.4.9 振動数依存性を考慮しない場合の評価結果」において、敷地の岩盤部分における減衰定数について、水平方向と鉛直方向の両方を評価しているが、以下のとおり、水平方向と比較して鉛直方向の減衰定数が大きく評価されている。

中央地盤：水平方向 6.7% 鉛直方向 9.3% (鉛直/水平=1.39)
西側地盤：水平方向 5.5% 鉛直方向 9.3% (鉛直/水平=1.69)
東側地盤：水平方向 5.5% 鉛直方向 7.0% (鉛直/水平=1.27)

水平方向と比較して鉛直方向の減衰定数が大きく評価されることについては、既往の知見においても同様の傾向が示されており、例えば藤堂ほか(1995)において、 $Q_p=Q_s/2$ または $Q_p=Q_s/1.5$ の関係が示されている。

敷地において同定された減衰定数は、西側地盤においては上記知見の範囲内であり、中央地盤及び東側地盤においては上記知見よりも鉛直方向と水平方向の差が小さいものの、上記知見と同様に、鉛直方向の減衰定数が大きく評価されている。

「7. 各手法により得られたデータに対する分析」に示したとおり、地盤の実態を考慮したパラメータの設定にあたっては、水平方向と鉛直方向それぞれの評価結果を設定することとしているが、「基本地盤モデル」の設定にあたっては、減衰定数の小さい水平方向の値を、鉛直方向に対しても設定する。

これにより、鉛直方向の入力地震動を算定する上では、保守的なパラメータ設定となる。

6.4 「基本地盤モデル」に用いるパラメータの設定結果

本章では、「6.1 振動数依存特性を考慮しない設定の適用性」，「6.2 ひずみ依存特性を考慮しない場合についての検討」，「6.3 鉛直方向の減衰定数の扱い」に示した，一般的に耐震設計において広く用いられている設定の適用性や保守性に関する検討結果を踏まえ，「基本地盤モデル」に設定する岩盤部分の減衰定数の値を示す。

今後、「6.1」～「6.3」に示した耐震設計上の配慮事項を踏まえた減衰定数を設定し、「5.」にて設定した地盤の特徴を捉えた減衰定数を設定した場合との地盤応答の比較等を行った上で、耐震設計に用いる上で適切な減衰定数を、基本地盤モデルとして設定することとする。

7. まとめ

追而

参考 1

岩盤部分の減衰定数の設定に係る追加調査

目 次

	ページ
1. 目的	参考 1-1
2. 追加調査の項目	参考 1-2
3. 実施計画	参考 1-4

1. 目的

基本地盤モデルにおいて、岩盤部分（建屋基礎底面レベル～解放基盤表面）に対して設定した減衰定数に対し、信頼度向上の取り組みとして、追加ボーリング調査によりデータを取得する。

岩盤部分の減衰定数については、JEAG4601-1987 に示される 3 手法（三軸圧縮試験による方法、弾性波探査（ここでは減衰定数の算出に特化した探査を S 波検層と呼ぶ）による方法、地震観測記録による方法）を用い、敷地における減衰定数の値を評価している。このうち、S 波検層による方法については、現時点において、そのデータが敷地内 3 地点で実施されているが、近接する建屋のグループ単位において岩盤部分の物性値等の設定を行う方針としていることを踏まえると、上記の 3 地点におけるデータが、全 12 グループにおいても同じ特徴を有しているか確認し、3 地点における S 波検層による評価結果との整合性を確認する必要がある。したがって、S 波検層による評価結果の信頼性向上の取り組みとして、追加調査を実施する。

また、三軸圧縮試験による方法に基づく減衰定数として、事業変更許可申請書に示すとおり、岩盤種別ごとにひずみ依存特性を設定しているが、他サイトにて実績のある岩石コアを用いた弾性波速度試験を実施し、両者の整合性を確認することで、信頼度の高い減衰定数を設定することができるため、あわせて追加調査を実施する。

本追加調査により得られたデータについては、地震観測記録による方法によって評価した岩盤部分（建屋基礎底面レベル～解放基盤表面）の減衰定数との比較・分析を行い、地震観測記録により評価された値の妥当性を確認することにより、基本地盤モデルに設定する岩盤部分の減衰定数の信頼度の向上を図る。

2. 追加調査の項目

現地における追加調査の項目は、資料「岩盤部分の減衰定数の設定に係る今後の検討内容」（令和5年6月30日）の5頁に示す表の検討手法うち、「ボーリング孔内減衰測定による検討」と「岩石コアを用いた減衰測定による確認」に対応し、孔内検層によるQ値測定及び室内岩石試験を実施する。参考1-2-1表に追加調査の考え方を示す。

ボーリング孔を用いた減衰測定による検討については、敷地内3地点で得られているおり、追加調査も同様の手法（せん断弾性波の地表から深部に向かう振幅の変化）で実施するが、新たな計測方法を適用することで精度は向上するものと考えられる。

また、岩石コアを用いた弾性波速度測定による減衰測定については、繰り返し三軸試験から得られる履歴減衰（材料減衰）との整合性を確認することから敷地内地盤での主要岩種を用いて室内岩石コア試験を実施する。

参考 1-2-1 表 追加調査の考え方

検討手法	これまでの 当社実施状況	追加調査の考え方	(参考) 実施サイト
ボーリング 孔内減衰測 定による 検討	実施 (敷地内 3 地点)	<ul style="list-style-type: none"> ・現時点のデータ (3 地点) に基づき、施設の固有振動数よりも高振動数側をターゲットとした評価ではあるが、地震観測記録による方法により評価した減衰定数の妥当性を補完・補強する位置づけで測定結果を確認している。 ・ただし、現時点において敷地内で得られているデータは中央、西側、東側地盤の各 1 地点ずつ計 3 地点のみであること、また、東側地盤においては、ばらつきの大きいデータとなっていることから、さらなる確度の向上のためにデータの拡充を行う。 ・現時点のデータ+拡充したデータに基づき、測定結果に見られる周波数依存特性の特徴を踏まえ、地震観測記録を用いた評価により評価される施設の固有振動数帯における減衰定数との関係性について考察を行う。 	玄海 3, 4 号 東海第二 大間
岩石コアを用いた減衰測定による確認	未実施	<ul style="list-style-type: none"> ・他サイト実績において、地震観測記録が得られていない深部における減衰定数を設定する上で、地震観測記録が得られている浅部との地下構造の相対関係の確認を目的として実施しているもの。 ・今回検討における減衰定数の評価範囲のうち、建屋基礎底面レベル～解放基盤表面の岩盤部分において、当社は地震観測記録を有しているほか、S 波検層によるデータを有し、更に、確度向上のためデータの拡充を行うこととしていることから、建屋基礎底面レベル～解放基盤表面の岩盤部分における減衰定数の設定に用いるデータは有していると考えられる。 ・ただし、本測定において得られる値の物理的な意味 (材料減衰を主として測定) を踏まえ、地震観測記録及びボーリング孔内減衰測定による検討により評価された減衰定数 (材料減衰と散乱減衰の両方が含まれる) との比較・分析を行うことで、敷地において確度の高い減衰定数を設定することが可能となるため、今回の追加調査において新たなデータの取得を実施する。 	玄海 3, 4 号

3. 実施計画

2. に示した追加調査項目に対する実施計画を以下に示す。

(1) ボーリング調査位置

ボーリング調査位置を参考 1-3-1 図に示す。

ボーリングの仕様は、孔径 86mm (コア径 60~65mm) のオールコアボーリングとし、地質観察により岩盤の種別判定等を適切に行うとともに、採取したコアから室内岩石試験に供する供試体を切り出すものとする。

当該地点は、建物・構築物が広範囲に拡がりを持って配置されるサイトであることを踏まえ、建屋の配置状況に基づき、既往のボーリング調査位置もあわせ、建物・構築物に対して、複数の調査結果を適用できるよう配慮して調査位置を選定する。

具体的には、既往のボーリング調査において、西側地盤、中央地盤、東側地盤の各 1 地点でデータを取得していることから、建屋の配置状況を踏まえて下記の追加調査孔を配置する。

西側地盤：既往 J-T 孔に加え、E 施設周辺 Gr を南北で挟み込むように、R5-Q5 を追加する。

中央地盤：中央地盤は南北に広く建物が分布していることから、GC 建屋群、GA 建屋群に R5-Q1, R5-Q11 を追加、AA 建屋群については、R5-Q2, R5-Q10 を追加、F 施設周辺 Gr には、既往の L-T 孔に加えて R5-Q9 を追加、敷地北側の AE 建屋近傍に R5-Q6 を追加する。

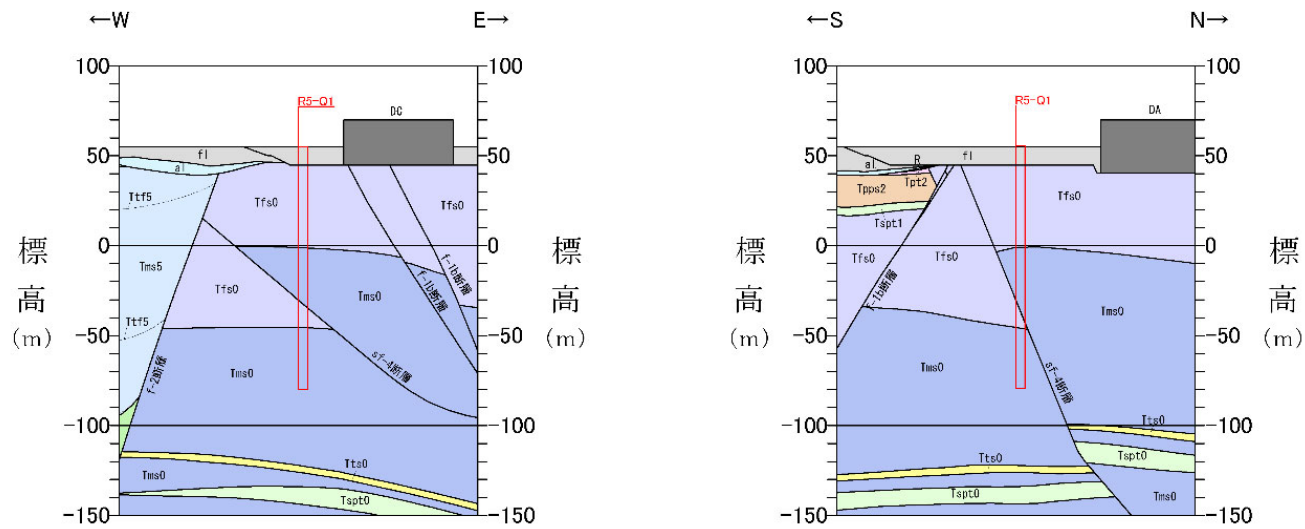
東側地盤：既往 E-T 孔は、建物から離れた位置で実施していること、また、東側地盤は南北に建物が分布していることから、R5-Q7 及び R5-Q12 を追加する。

さらに、敷地東側に新設建屋が設置される Gr がある (AZ 周辺及び G13 周辺) ことから、先の R5-Q7 に加えて、R5-Q8 を追加する。さらに、東側に離れた G14 については、建屋隅角部に出現する sf-6 断層 (面なし断層) の上盤、下盤それぞれ R5-Q3, R5-Q4 を追加する。

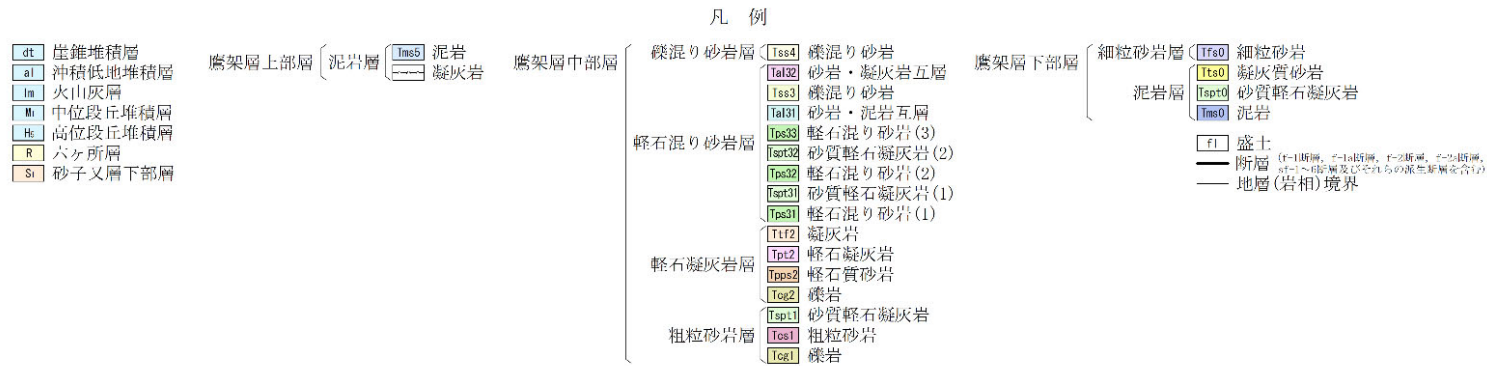
Q 値測定孔の敷地内での配置条件としては、弾性波測定であることから伝達速度に影響を与える建物・構築物からの離隔を十分に確保する。

また、上記の Q 値測定孔の地質断面図を参考 1-3-2 図に示す。本検討においては、岩種ごとに減衰定数を区分することはしないが、弾性波速度の速度構造、減衰定数の変化については、岩種境界を配慮することも考える。

選定位置の状況を参考 1-3-3 図及び参考 1-3-1 表に示す。選定したボーリング孔から最寄り建屋までの離隔距離として最も短い R5-Q11 孔は 10m 程度であるが、震源をボーリング孔から建屋の反対方向 (北側) に設定することにより、建屋などの既設構造による反射波等の影響を受けることはない想定している。また、解析に使用する直達波以外の反射波等は時間的に直達波のあとから到達し、その特徴から直達波と分離、除去することが可能である。地表面が舗装されている箇所については、波形に影響がないことを事前に確認し、影響がある場合は舗装の撤去等処理を加えた状態で実施するものとする。

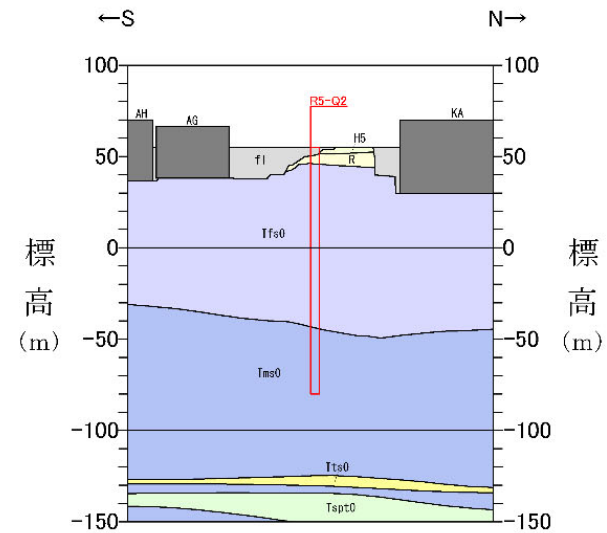
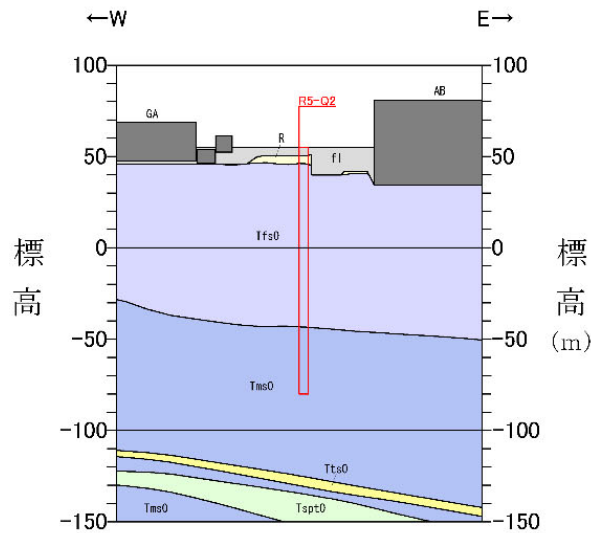


R5-Q1

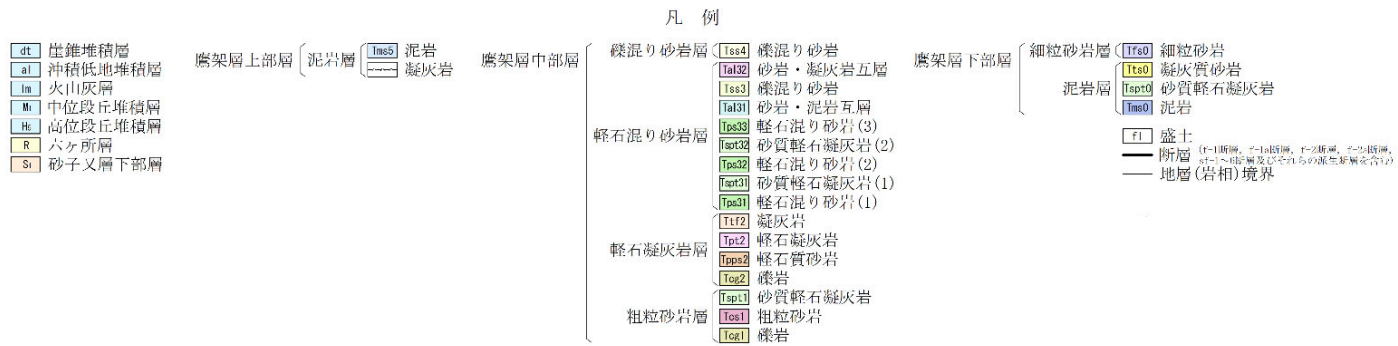


参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (1/12)

参考 1-6

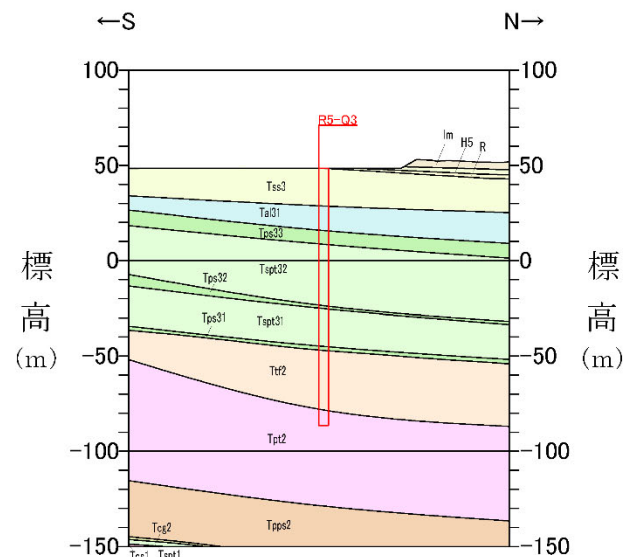
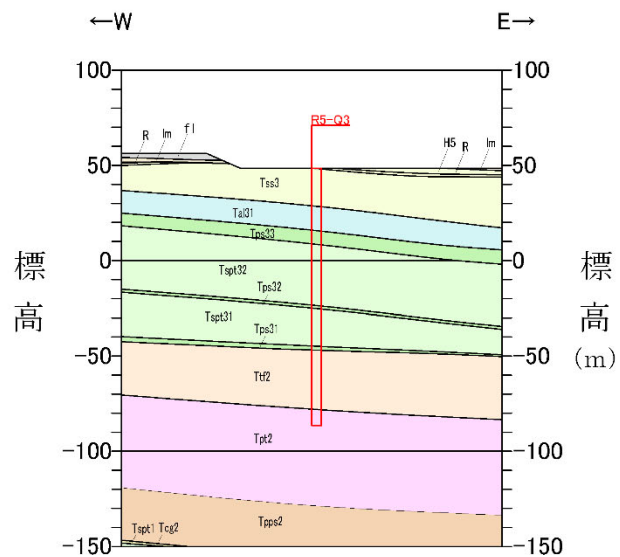


R5-Q2



参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (2/12)

参考 1-7



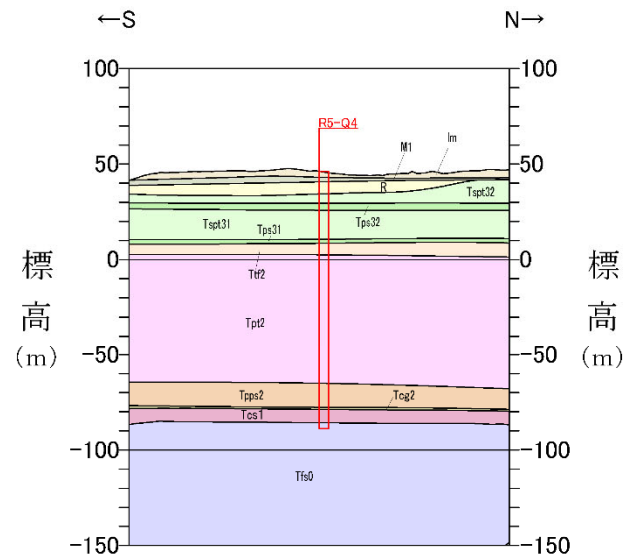
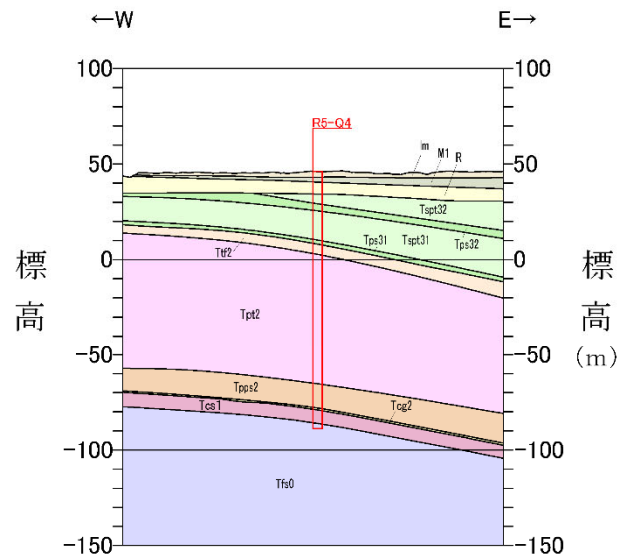
R5-Q3

凡 例

<table border="1"> <tr><td>dt</td><td>崖堆積層</td></tr> <tr><td>al</td><td>沖積低地堆積層</td></tr> <tr><td>lm</td><td>火山灰層</td></tr> <tr><td>Mi</td><td>中位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>Ht</td><td>高位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>R</td><td>六ヶ所層</td></tr> <tr><td>Si</td><td>砂子叉層下部層</td></tr> </table>	dt	崖堆積層	al	沖積低地堆積層	lm	火山灰層	Mi	中位段丘堆積層	Ht	高位段丘堆積層	R	六ヶ所層	Si	砂子叉層下部層	<table border="1"> <tr><td>Tms5</td><td>泥岩</td></tr> <tr><td>Tms5</td><td>凝灰岩</td></tr> </table>	Tms5	泥岩	Tms5	凝灰岩	<table border="1"> <tr><td>Tss4</td><td>礫混り砂岩</td></tr> <tr><td>Tal32</td><td>砂岩・凝灰岩互層</td></tr> <tr><td>Tss3</td><td>礫混り砂岩</td></tr> <tr><td>Tal31</td><td>砂岩・泥岩互層</td></tr> <tr><td>Tps33</td><td>軽石混り砂岩(3)</td></tr> <tr><td>Tps32</td><td>砂質軽石凝灰岩(2)</td></tr> <tr><td>Tps31</td><td>砂質軽石凝灰岩(1)</td></tr> <tr><td>Tps31</td><td>軽石混り砂岩(1)</td></tr> <tr><td>Tt2</td><td>凝灰岩</td></tr> <tr><td>Tpt2</td><td>軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td>Tps2</td><td>軽石質砂岩</td></tr> <tr><td>Tcg2</td><td>礫岩</td></tr> <tr><td>Tsp1</td><td>砂質軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td>Tos1</td><td>粗粒砂岩</td></tr> <tr><td>Tcg1</td><td>礫岩</td></tr> </table>	Tss4	礫混り砂岩	Tal32	砂岩・凝灰岩互層	Tss3	礫混り砂岩	Tal31	砂岩・泥岩互層	Tps33	軽石混り砂岩(3)	Tps32	砂質軽石凝灰岩(2)	Tps31	砂質軽石凝灰岩(1)	Tps31	軽石混り砂岩(1)	Tt2	凝灰岩	Tpt2	軽石凝灰岩	Tps2	軽石質砂岩	Tcg2	礫岩	Tsp1	砂質軽石凝灰岩	Tos1	粗粒砂岩	Tcg1	礫岩	<table border="1"> <tr><td>Tfs0</td><td>細粒砂岩</td></tr> <tr><td>Tfs0</td><td>凝灰質砂岩</td></tr> <tr><td>Tps0</td><td>砂質軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td>Tms0</td><td>泥岩</td></tr> </table>	Tfs0	細粒砂岩	Tfs0	凝灰質砂岩	Tps0	砂質軽石凝灰岩	Tms0	泥岩
dt	崖堆積層																																																										
al	沖積低地堆積層																																																										
lm	火山灰層																																																										
Mi	中位段丘堆積層																																																										
Ht	高位段丘堆積層																																																										
R	六ヶ所層																																																										
Si	砂子叉層下部層																																																										
Tms5	泥岩																																																										
Tms5	凝灰岩																																																										
Tss4	礫混り砂岩																																																										
Tal32	砂岩・凝灰岩互層																																																										
Tss3	礫混り砂岩																																																										
Tal31	砂岩・泥岩互層																																																										
Tps33	軽石混り砂岩(3)																																																										
Tps32	砂質軽石凝灰岩(2)																																																										
Tps31	砂質軽石凝灰岩(1)																																																										
Tps31	軽石混り砂岩(1)																																																										
Tt2	凝灰岩																																																										
Tpt2	軽石凝灰岩																																																										
Tps2	軽石質砂岩																																																										
Tcg2	礫岩																																																										
Tsp1	砂質軽石凝灰岩																																																										
Tos1	粗粒砂岩																																																										
Tcg1	礫岩																																																										
Tfs0	細粒砂岩																																																										
Tfs0	凝灰質砂岩																																																										
Tps0	砂質軽石凝灰岩																																																										
Tms0	泥岩																																																										

(F1) 盛土 (F1=1階層, F1=2階層, F1=3階層, F1=4階層, F1=5階層, F1=6階層, F1=7階層, F1=8階層, F1=9階層, F1=10階層)
 (F2) 断層 (F2=1階層, F2=2階層, F2=3階層, F2=4階層, F2=5階層, F2=6階層, F2=7階層, F2=8階層, F2=9階層, F2=10階層)
 (F3) 地層(岩相)境界

参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (3/12)



R5-Q4

- dt 崖堆積層
- al 沖積低地堆積層
- lm 火山灰層
- M1 中位段丘堆積層
- Hc 高位段丘堆積層
- R 六ヶ所層
- Sr 砂子又層下部層

鷹架層上部層 (泥岩層 凝灰岩)

鷹架層中部層

- 礫混り砂岩層
 - Tss4 礫混り砂岩
 - Tal32 砂岩・凝灰岩互層
 - Tss3 礫混り砂岩
 - Tal31 砂岩・泥岩互層
 - Tps33 軽石混り砂岩(3)
 - Tps32 軽石混り砂岩(2)
 - Tspt31 砂質軽石凝灰岩(1)
 - Tps31 軽石混り砂岩(1)
- 軽石凝灰岩層
 - Tlf2 凝灰岩
 - Tpt2 軽石凝灰岩
 - Tpps2 軽石質砂岩
 - Tcg2 礫岩
- 粗粒砂岩層
 - Tsp1 砂質軽石凝灰岩
 - Tcs1 粗粒砂岩
 - Tcg1 礫岩

鷹架層下部層

- 細粒砂岩層
 - Tfs0 細粒砂岩
 - Tts0 凝灰質砂岩
- 泥岩層
 - Tspt0 砂質軽石凝灰岩
 - Tms0 泥岩

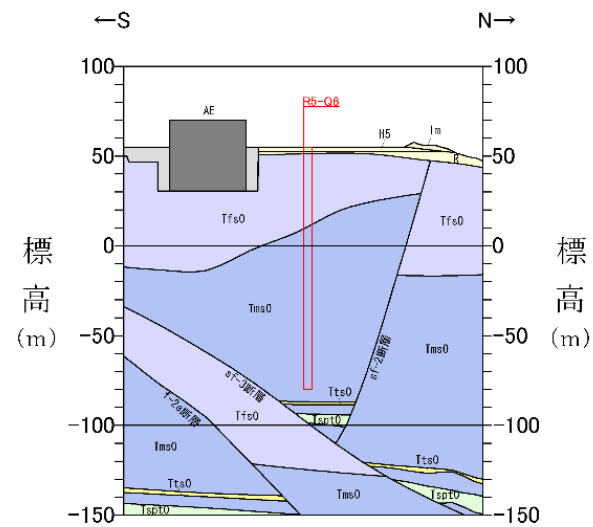
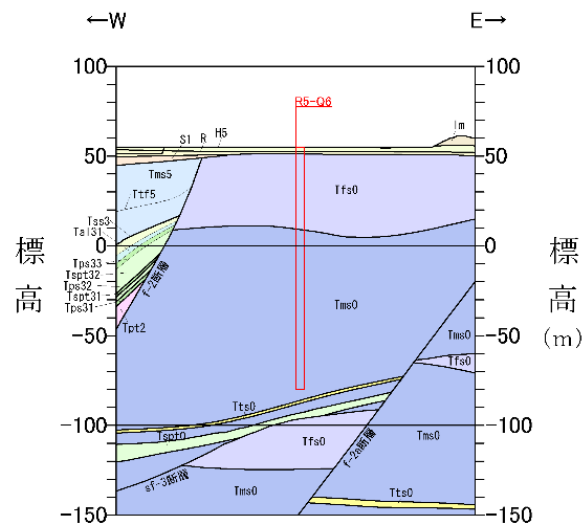
f1 盛土 (F1断層, F2断層, F3断層, F4断層, F5断層, F6断層, F7断層, F8断層, F9断層, F10断層, F11断層, F12断層, F13断層, F14断層, F15断層, F16断層, F17断層, F18断層, F19断層, F20断層, F21断層, F22断層, F23断層, F24断層, F25断層, F26断層, F27断層, F28断層, F29断層, F30断層, F31断層, F32断層, F33断層, F34断層, F35断層, F36断層, F37断層, F38断層, F39断層, F40断層, F41断層, F42断層, F43断層, F44断層, F45断層, F46断層, F47断層, F48断層, F49断層, F50断層, F51断層, F52断層, F53断層, F54断層, F55断層, F56断層, F57断層, F58断層, F59断層, F60断層, F61断層, F62断層, F63断層, F64断層, F65断層, F66断層, F67断層, F68断層, F69断層, F70断層, F71断層, F72断層, F73断層, F74断層, F75断層, F76断層, F77断層, F78断層, F79断層, F80断層, F81断層, F82断層, F83断層, F84断層, F85断層, F86断層, F87断層, F88断層, F89断層, F90断層, F91断層, F92断層, F93断層, F94断層, F95断層, F96断層, F97断層, F98断層, F99断層, F100断層)

— 断層 (F1断層, F2断層, F3断層, F4断層, F5断層, F6断層, F7断層, F8断層, F9断層, F10断層, F11断層, F12断層, F13断層, F14断層, F15断層, F16断層, F17断層, F18断層, F19断層, F20断層, F21断層, F22断層, F23断層, F24断層, F25断層, F26断層, F27断層, F28断層, F29断層, F30断層, F31断層, F32断層, F33断層, F34断層, F35断層, F36断層, F37断層, F38断層, F39断層, F40断層, F41断層, F42断層, F43断層, F44断層, F45断層, F46断層, F47断層, F48断層, F49断層, F50断層, F51断層, F52断層, F53断層, F54断層, F55断層, F56断層, F57断層, F58断層, F59断層, F60断層, F61断層, F62断層, F63断層, F64断層, F65断層, F66断層, F67断層, F68断層, F69断層, F70断層, F71断層, F72断層, F73断層, F74断層, F75断層, F76断層, F77断層, F78断層, F79断層, F80断層, F81断層, F82断層, F83断層, F84断層, F85断層, F86断層, F87断層, F88断層, F89断層, F90断層, F91断層, F92断層, F93断層, F94断層, F95断層, F96断層, F97断層, F98断層, F99断層, F100断層)

— 地層(岩相)境界

参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (4/12)

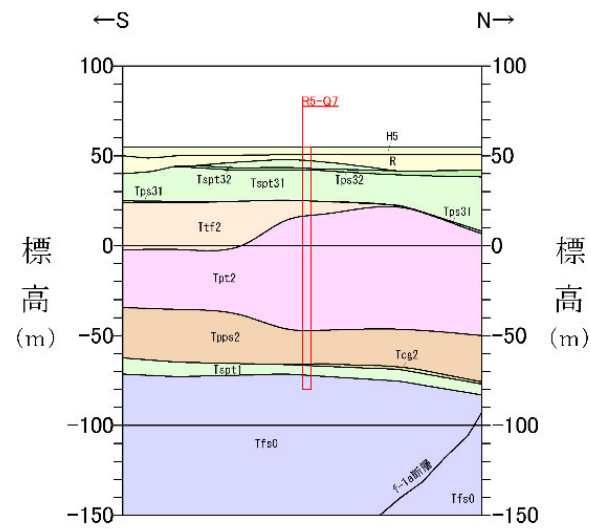
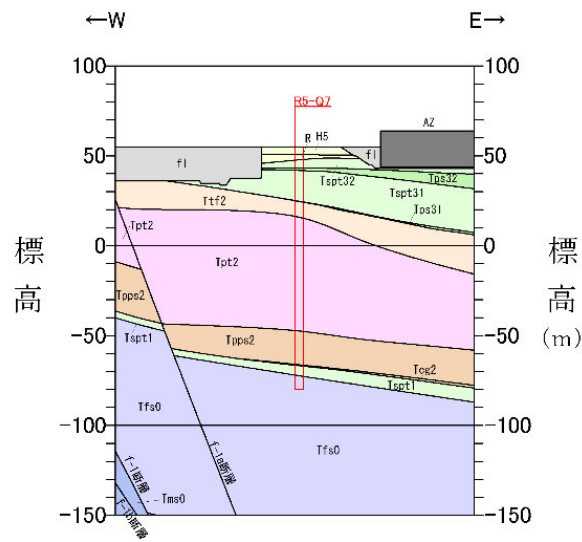
参考 1-9



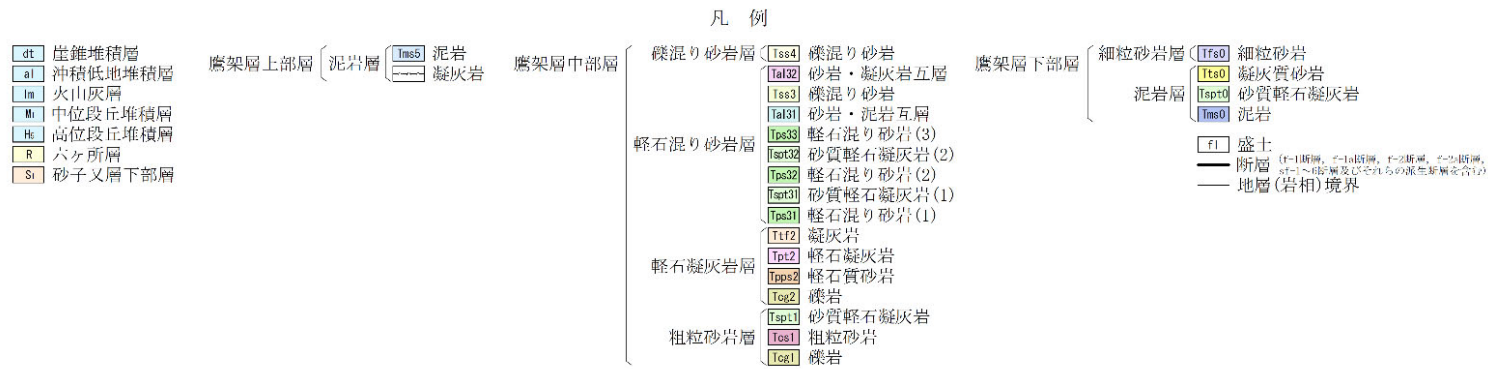
R5-Q6

<table border="0"> <tr><td>dt</td><td>崖錐堆積層</td></tr> <tr><td>al</td><td>沖積低地堆積層</td></tr> <tr><td>lm</td><td>火山灰層</td></tr> <tr><td>M</td><td>中位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>Hs</td><td>高位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>R</td><td>六ヶ所層</td></tr> <tr><td>Sl</td><td>砂子又層下部層</td></tr> </table>	dt	崖錐堆積層	al	沖積低地堆積層	lm	火山灰層	M	中位段丘堆積層	Hs	高位段丘堆積層	R	六ヶ所層	Sl	砂子又層下部層	<table border="0"> <tr><td>泥岩層</td><td>泥岩</td><td>應架層上部層</td></tr> <tr><td>凝灰岩</td><td>凝灰岩</td><td>應架層中部層</td></tr> </table>	泥岩層	泥岩	應架層上部層	凝灰岩	凝灰岩	應架層中部層	<table border="0"> <tr><td>礫混り砂岩層</td><td>Tss4 礫混り砂岩</td><td>應架層下部層</td></tr> <tr><td></td><td>Tal32 砂岩・凝灰岩五層</td><td>細粒砂岩層</td></tr> <tr><td></td><td>Tss3 礫混り砂岩</td><td>Tfs0 細粒砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tal31 砂岩・泥岩互層</td><td>Tts0 凝灰質砂岩</td></tr> <tr><td>軽石混り砂岩層</td><td>Tps33 軽石混り砂岩(3)</td><td>泥岩層</td></tr> <tr><td></td><td>Tst32 砂質軽石凝灰岩(2)</td><td>Tsp0 砂質軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tps32 軽石混り砂岩(2)</td><td>Tms0 泥岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tst31 砂質軽石凝灰岩(1)</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Tps31 軽石混り砂岩(1)</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Ttt2 凝灰岩</td><td></td></tr> <tr><td>軽石凝灰岩層</td><td>Tpt2 軽石凝灰岩</td><td>f1 盛土</td></tr> <tr><td></td><td>Tps2 軽石質砂岩</td><td>階層 (F-1断層, F-2断層, F-3断層, F-4断層, F-5断層, F-6断層及びそれらの派生断層を含む)</td></tr> <tr><td></td><td>Tog2 礫岩</td><td>地層(岩相)境界</td></tr> <tr><td></td><td>Tsp1 砂質軽石凝灰岩</td><td></td></tr> <tr><td>粗粒砂岩層</td><td>Tos1 粗粒砂岩</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Tog1 礫岩</td><td></td></tr> </table>	礫混り砂岩層	Tss4 礫混り砂岩	應架層下部層		Tal32 砂岩・凝灰岩五層	細粒砂岩層		Tss3 礫混り砂岩	Tfs0 細粒砂岩		Tal31 砂岩・泥岩互層	Tts0 凝灰質砂岩	軽石混り砂岩層	Tps33 軽石混り砂岩(3)	泥岩層		Tst32 砂質軽石凝灰岩(2)	Tsp0 砂質軽石凝灰岩		Tps32 軽石混り砂岩(2)	Tms0 泥岩		Tst31 砂質軽石凝灰岩(1)			Tps31 軽石混り砂岩(1)			Ttt2 凝灰岩		軽石凝灰岩層	Tpt2 軽石凝灰岩	f1 盛土		Tps2 軽石質砂岩	階層 (F-1断層, F-2断層, F-3断層, F-4断層, F-5断層, F-6断層及びそれらの派生断層を含む)		Tog2 礫岩	地層(岩相)境界		Tsp1 砂質軽石凝灰岩		粗粒砂岩層	Tos1 粗粒砂岩			Tog1 礫岩	
dt	崖錐堆積層																																																																					
al	沖積低地堆積層																																																																					
lm	火山灰層																																																																					
M	中位段丘堆積層																																																																					
Hs	高位段丘堆積層																																																																					
R	六ヶ所層																																																																					
Sl	砂子又層下部層																																																																					
泥岩層	泥岩	應架層上部層																																																																				
凝灰岩	凝灰岩	應架層中部層																																																																				
礫混り砂岩層	Tss4 礫混り砂岩	應架層下部層																																																																				
	Tal32 砂岩・凝灰岩五層	細粒砂岩層																																																																				
	Tss3 礫混り砂岩	Tfs0 細粒砂岩																																																																				
	Tal31 砂岩・泥岩互層	Tts0 凝灰質砂岩																																																																				
軽石混り砂岩層	Tps33 軽石混り砂岩(3)	泥岩層																																																																				
	Tst32 砂質軽石凝灰岩(2)	Tsp0 砂質軽石凝灰岩																																																																				
	Tps32 軽石混り砂岩(2)	Tms0 泥岩																																																																				
	Tst31 砂質軽石凝灰岩(1)																																																																					
	Tps31 軽石混り砂岩(1)																																																																					
	Ttt2 凝灰岩																																																																					
軽石凝灰岩層	Tpt2 軽石凝灰岩	f1 盛土																																																																				
	Tps2 軽石質砂岩	階層 (F-1断層, F-2断層, F-3断層, F-4断層, F-5断層, F-6断層及びそれらの派生断層を含む)																																																																				
	Tog2 礫岩	地層(岩相)境界																																																																				
	Tsp1 砂質軽石凝灰岩																																																																					
粗粒砂岩層	Tos1 粗粒砂岩																																																																					
	Tog1 礫岩																																																																					

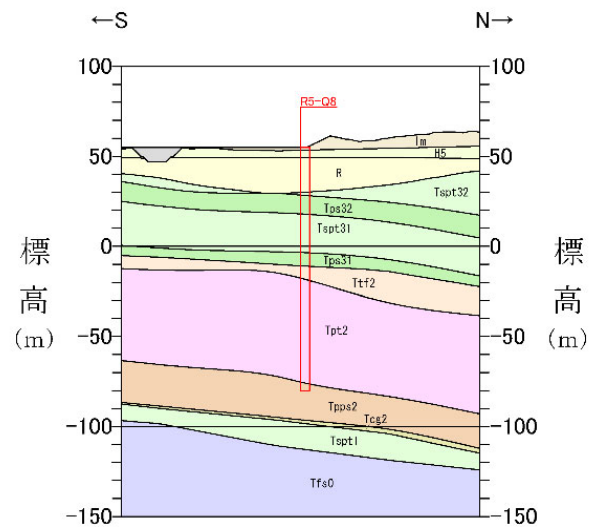
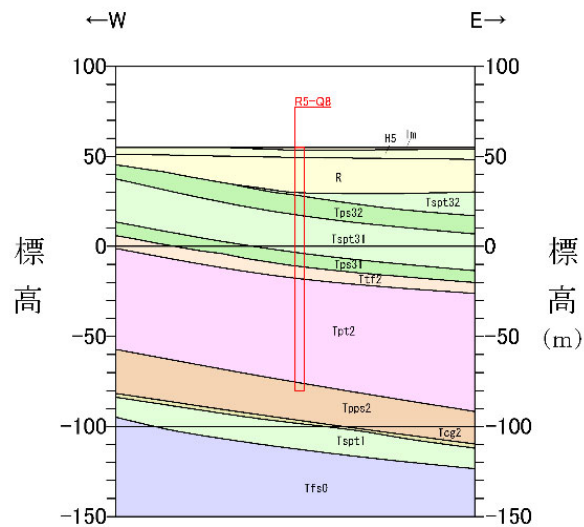
参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (6/12)



R5-Q7



参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (7/12)

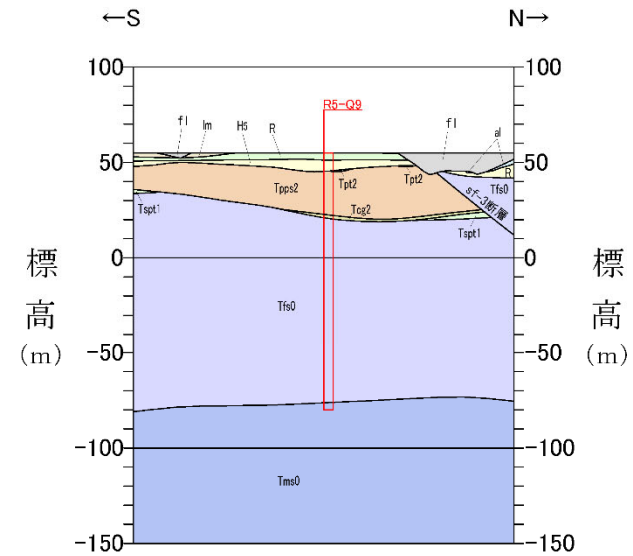
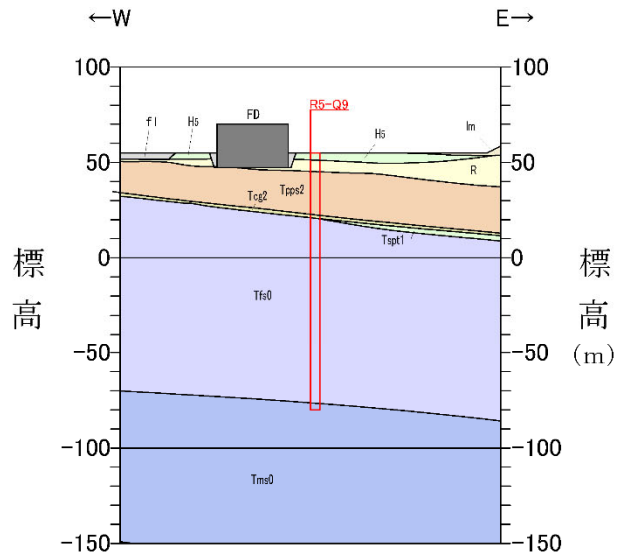


R5-Q8



参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (8/12)

参考 1-13

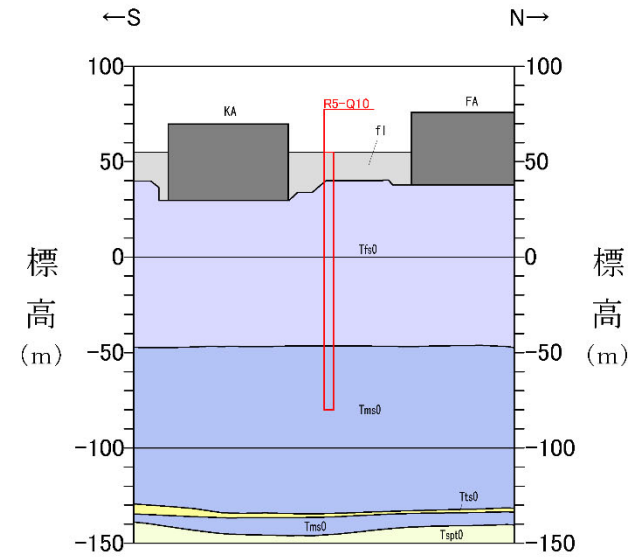
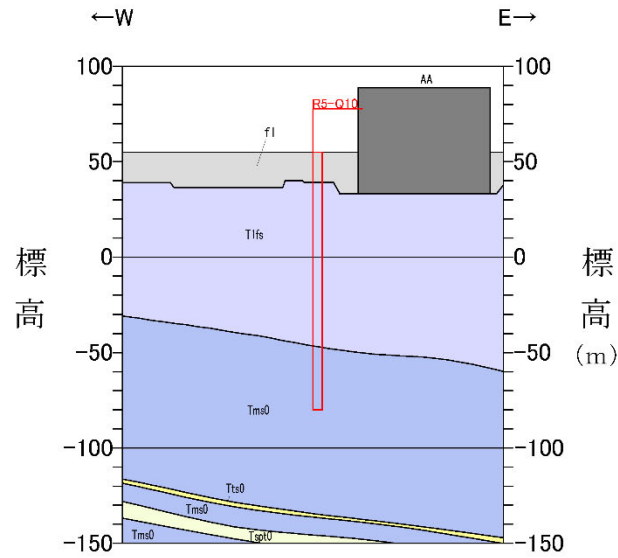


R5-Q9

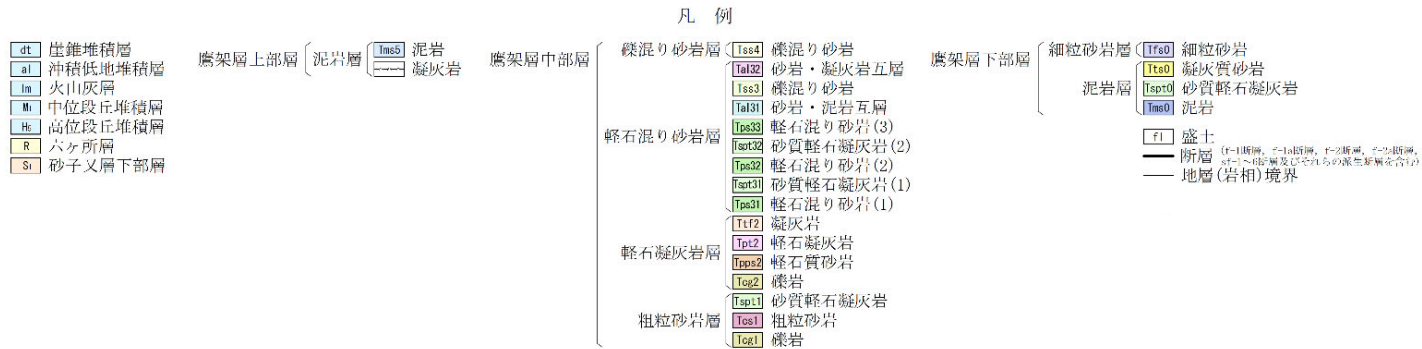
- 凡 例
- | | | | |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> dt 崖堆積層 al 沖積低地堆積層 lm 火山灰層 Mi 中段段丘堆積層 Hs 高位段丘堆積層 R 六ヶ所層 Si 砂子又層下部層 | <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層上部層 (泥岩層) Tms0 泥岩 鷹架層中部層 鷹架層下部層 | <ul style="list-style-type: none"> 礫混り砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tss4 礫混り砂岩 Tss2 砂岩・凝灰岩互層 Tss3 礫混り砂岩 Tss1 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tps3 軽石混り砂岩(3) Tps2 砂質軽石凝灰岩(2) Tps1 軽石混り砂岩(2) Tps0 砂質軽石凝灰岩(1) Tps4 軽石混り砂岩(1) 軽石凝灰岩層 <ul style="list-style-type: none"> Ttf2 凝灰岩 Tpt2 軽石凝灰岩 Tps2 軽石質砂岩 Tog2 礫岩 Tsp1 砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tos1 粗粒砂岩 Tog1 礫岩 | <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層下部層 <ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tfs0 細粒砂岩 Tts0 凝灰質砂岩 Tspt0 砂質軽石凝灰岩 Tms0 泥岩 |
|--|--|--|--|
- f1 盛土 (f1-1断面、f1-2a断面、f1-2b断面、f1-2c断面、f1-3断面、f1-4断面及びそれらの派生断面を含む)
 断層
 地層(岩相)境界

参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (9/12)

参考 1-14

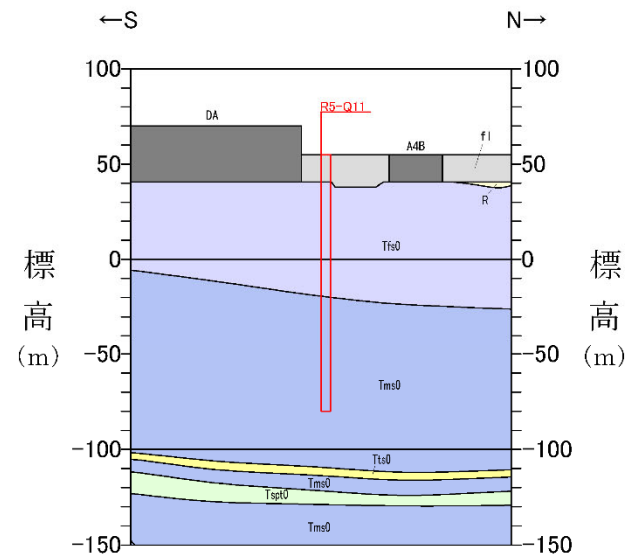
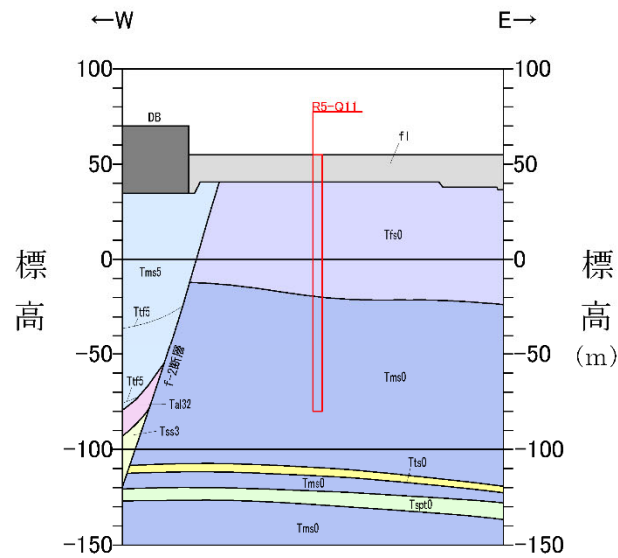


R5-Q10



参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (10/12)

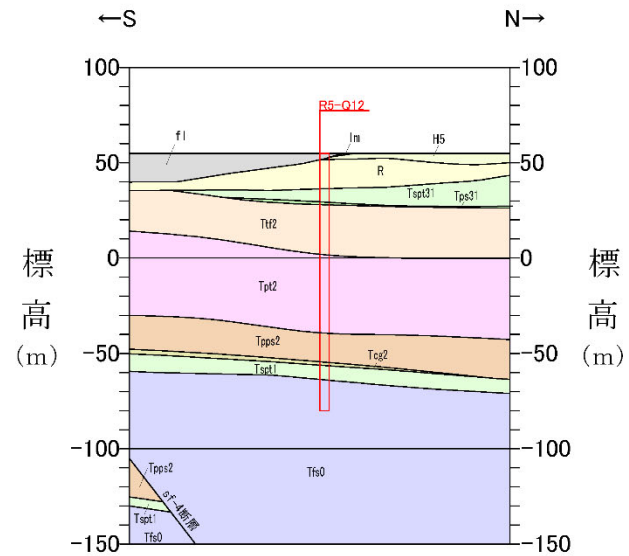
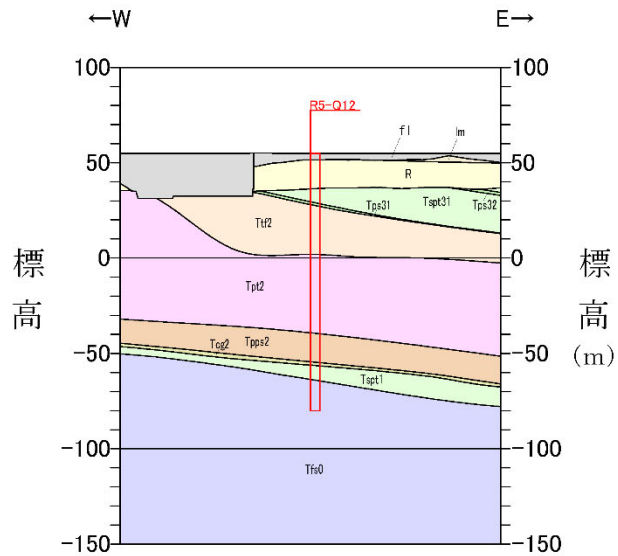
参考 1-15



R5-Q11

- 凡 例
- | | | | |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> dl 崖錐堆積層 al 沖積低地堆積層 lm 火山灰層 Mi 中位段丘堆積層 Hi 高位段丘堆積層 R 六ヶ所層 Si 砂子叉層下部層 | <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層上部層 <ul style="list-style-type: none"> Tms0 泥岩 Tfs0 凝灰岩 | <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層中部層 <ul style="list-style-type: none"> Tss4 礫混り砂岩 Tss32 砂岩・凝灰岩互層 Tss3 礫混り砂岩 Tss31 砂岩・泥岩互層 Tss33 軽石混り砂岩(3) Tss32 砂質軽石凝灰岩(2) Tss32 軽石混り砂岩(2) Tss31 砂質軽石凝灰岩(1) Tss31 軽石混り砂岩(1) 軽石凝灰岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tts2 凝灰岩 Tts2 軽石凝灰岩 Tts2 軽石質砂岩 粗粒砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tss1 砂質軽石凝灰岩 Tss1 粗粒砂岩 Tss1 礫岩 | <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層下部層 <ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> Tfs0 細粒砂岩 Tts0 凝灰質砂岩 Tsp0 砂質軽石凝灰岩 Tms0 泥岩 泥岩層 <ul style="list-style-type: none"> f1 盛土 <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">(Tss)断層、(Tts)断層、(Tss)断層、(Tss)断層、(Tss)断層及びそれらの断層(断層を含む)</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">— 断層
— 地層(岩相)境界</p> |
|---|---|---|--|

参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (11/12)



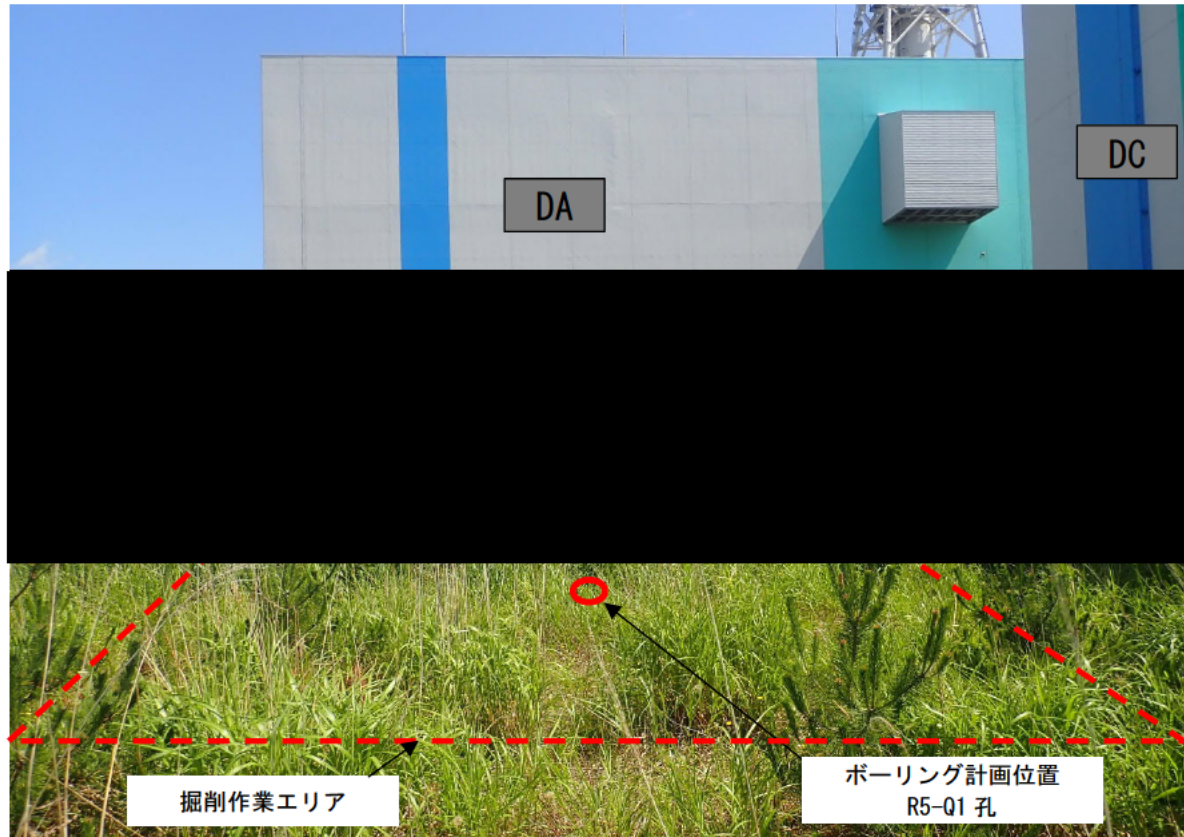
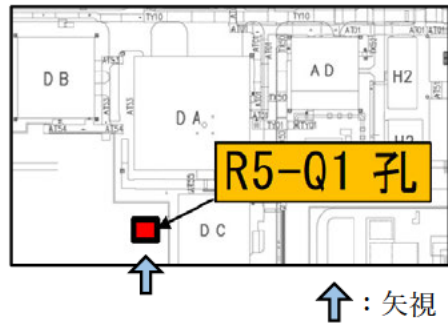
R5-Q12

凡 例

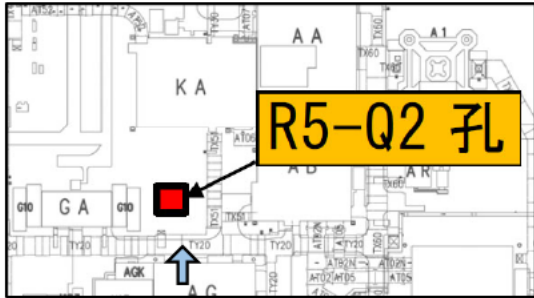
<table border="0"> <tr><td>dL</td><td>崖錐堆積層</td></tr> <tr><td>al</td><td>沖積低地堆積層</td></tr> <tr><td>lm</td><td>火山灰層</td></tr> <tr><td>Mi</td><td>中位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>Hc</td><td>高位段丘堆積層</td></tr> <tr><td>R</td><td>六ヶ所層</td></tr> <tr><td>Si</td><td>砂子叉層下部層</td></tr> </table>	dL	崖錐堆積層	al	沖積低地堆積層	lm	火山灰層	Mi	中位段丘堆積層	Hc	高位段丘堆積層	R	六ヶ所層	Si	砂子叉層下部層	<table border="0"> <tr><td>鷹架層上部層</td><td>泥岩層</td><td>泥岩</td><td>鷹架層中部層</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>凝灰岩</td><td></td></tr> </table>	鷹架層上部層	泥岩層	泥岩	鷹架層中部層			凝灰岩		<table border="0"> <tr><td>礫混り砂岩層</td><td>Tss4 礫混り砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tss2 砂岩・凝灰岩互層</td></tr> <tr><td></td><td>Tss3 礫混り砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tss1 砂岩・泥岩互層</td></tr> <tr><td>軽石混り砂岩層</td><td>Tps33 軽石混り砂岩(3)</td></tr> <tr><td></td><td>Tps32 砂質軽石凝灰岩(2)</td></tr> <tr><td></td><td>Tps22 軽石混り砂岩(2)</td></tr> <tr><td></td><td>Tps31 砂質軽石凝灰岩(1)</td></tr> <tr><td></td><td>Tps21 軽石混り砂岩(1)</td></tr> <tr><td>軽石凝灰岩層</td><td>Ttf2 凝灰岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tpt2 軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tpp2 軽石質砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tcg2 礫岩</td></tr> <tr><td>粗粒砂岩層</td><td>Tspt1 砂質軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tst1 粗粒砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>Tst2 礫岩</td></tr> </table>	礫混り砂岩層	Tss4 礫混り砂岩		Tss2 砂岩・凝灰岩互層		Tss3 礫混り砂岩		Tss1 砂岩・泥岩互層	軽石混り砂岩層	Tps33 軽石混り砂岩(3)		Tps32 砂質軽石凝灰岩(2)		Tps22 軽石混り砂岩(2)		Tps31 砂質軽石凝灰岩(1)		Tps21 軽石混り砂岩(1)	軽石凝灰岩層	Ttf2 凝灰岩		Tpt2 軽石凝灰岩		Tpp2 軽石質砂岩		Tcg2 礫岩	粗粒砂岩層	Tspt1 砂質軽石凝灰岩		Tst1 粗粒砂岩		Tst2 礫岩	<table border="0"> <tr><td>鷹架層下部層</td><td>細粒砂岩層</td><td>Tfs0 細粒砂岩</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Tft0 凝灰質砂岩</td></tr> <tr><td></td><td>泥岩層</td><td>Tsp00 砂質軽石凝灰岩</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Tme0 泥岩</td></tr> </table>	鷹架層下部層	細粒砂岩層	Tfs0 細粒砂岩			Tft0 凝灰質砂岩		泥岩層	Tsp00 砂質軽石凝灰岩			Tme0 泥岩
dL	崖錐堆積層																																																																				
al	沖積低地堆積層																																																																				
lm	火山灰層																																																																				
Mi	中位段丘堆積層																																																																				
Hc	高位段丘堆積層																																																																				
R	六ヶ所層																																																																				
Si	砂子叉層下部層																																																																				
鷹架層上部層	泥岩層	泥岩	鷹架層中部層																																																																		
		凝灰岩																																																																			
礫混り砂岩層	Tss4 礫混り砂岩																																																																				
	Tss2 砂岩・凝灰岩互層																																																																				
	Tss3 礫混り砂岩																																																																				
	Tss1 砂岩・泥岩互層																																																																				
軽石混り砂岩層	Tps33 軽石混り砂岩(3)																																																																				
	Tps32 砂質軽石凝灰岩(2)																																																																				
	Tps22 軽石混り砂岩(2)																																																																				
	Tps31 砂質軽石凝灰岩(1)																																																																				
	Tps21 軽石混り砂岩(1)																																																																				
軽石凝灰岩層	Ttf2 凝灰岩																																																																				
	Tpt2 軽石凝灰岩																																																																				
	Tpp2 軽石質砂岩																																																																				
	Tcg2 礫岩																																																																				
粗粒砂岩層	Tspt1 砂質軽石凝灰岩																																																																				
	Tst1 粗粒砂岩																																																																				
	Tst2 礫岩																																																																				
鷹架層下部層	細粒砂岩層	Tfs0 細粒砂岩																																																																			
		Tft0 凝灰質砂岩																																																																			
	泥岩層	Tsp00 砂質軽石凝灰岩																																																																			
		Tme0 泥岩																																																																			

fl	盛土	(F1)断層、(F2)断層、(F3)断層、(F4)断層、(F5)断層、(F6)断層、(F7)断層、(F8)断層、(F9)断層、(F10)断層、(F11)断層、(F12)断層、(F13)断層、(F14)断層、(F15)断層、(F16)断層、(F17)断層、(F18)断層、(F19)断層、(F20)断層、(F21)断層、(F22)断層、(F23)断層、(F24)断層、(F25)断層、(F26)断層、(F27)断層、(F28)断層、(F29)断層、(F30)断層、(F31)断層、(F32)断層、(F33)断層、(F34)断層、(F35)断層、(F36)断層、(F37)断層、(F38)断層、(F39)断層、(F40)断層、(F41)断層、(F42)断層、(F43)断層、(F44)断層、(F45)断層、(F46)断層、(F47)断層、(F48)断層、(F49)断層、(F50)断層、(F51)断層、(F52)断層、(F53)断層、(F54)断層、(F55)断層、(F56)断層、(F57)断層、(F58)断層、(F59)断層、(F60)断層、(F61)断層、(F62)断層、(F63)断層、(F64)断層、(F65)断層、(F66)断層、(F67)断層、(F68)断層、(F69)断層、(F70)断層、(F71)断層、(F72)断層、(F73)断層、(F74)断層、(F75)断層、(F76)断層、(F77)断層、(F78)断層、(F79)断層、(F80)断層、(F81)断層、(F82)断層、(F83)断層、(F84)断層、(F85)断層、(F86)断層、(F87)断層、(F88)断層、(F89)断層、(F90)断層、(F91)断層、(F92)断層、(F93)断層、(F94)断層、(F95)断層、(F96)断層、(F97)断層、(F98)断層、(F99)断層、(F100)断層
—	断層	
—	地層(岩相)境界	

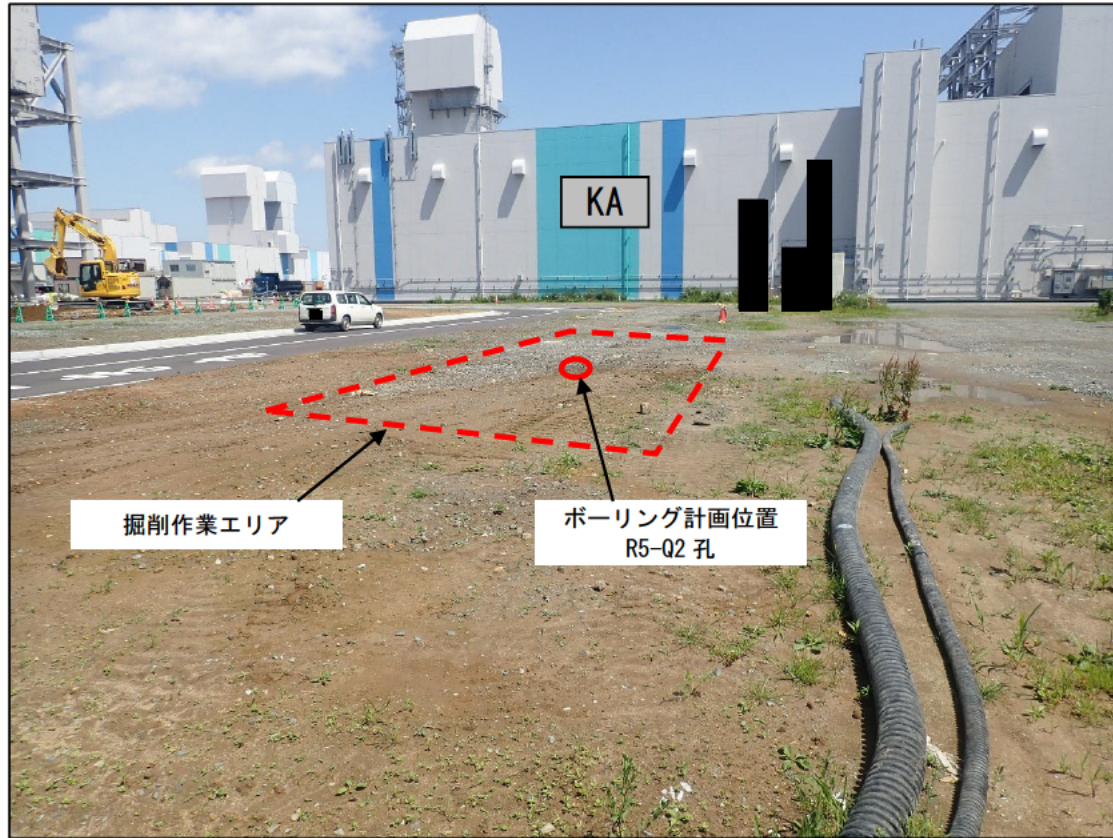
参考 1-3-2 図 Q 値ボーリング断面図 (12/12)



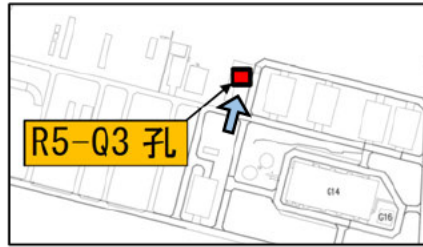
参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (1/12)



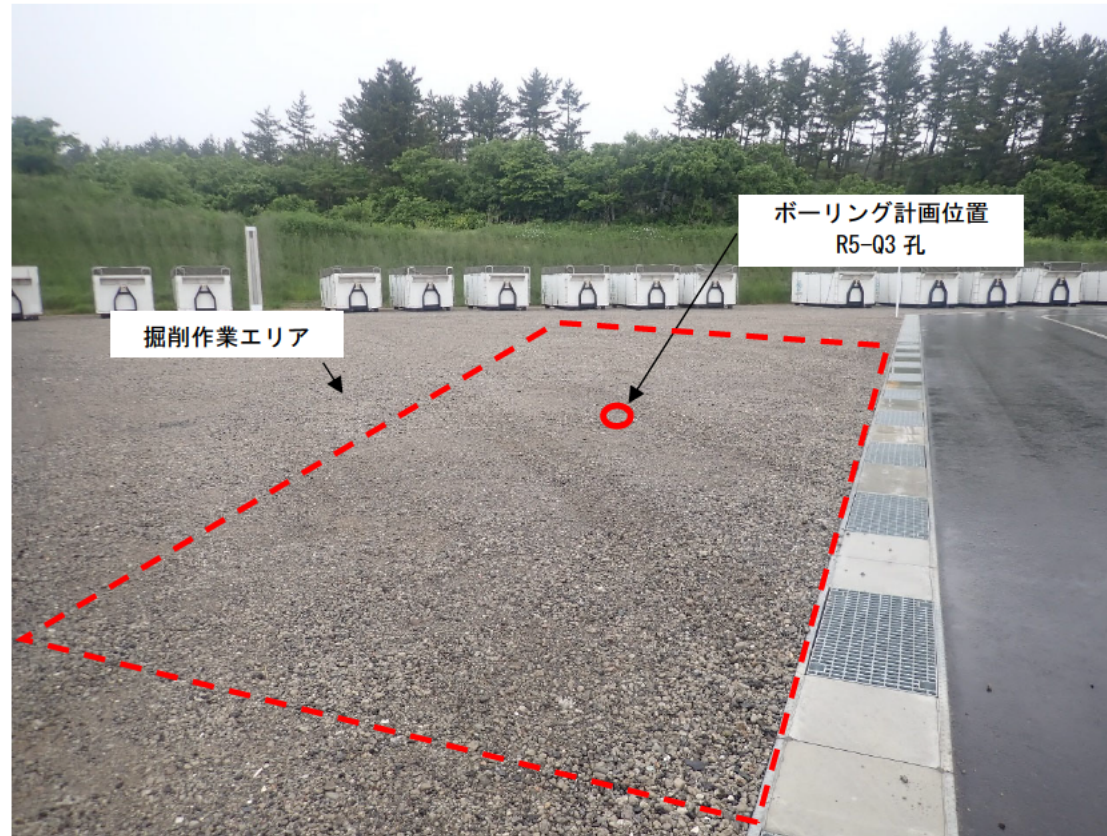
↑：矢視



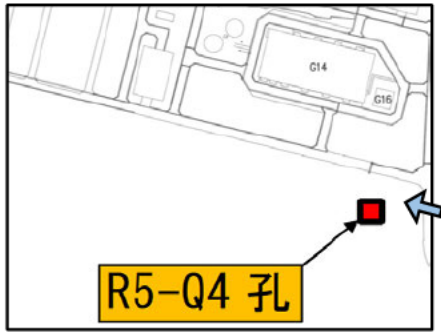
参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (2/12)



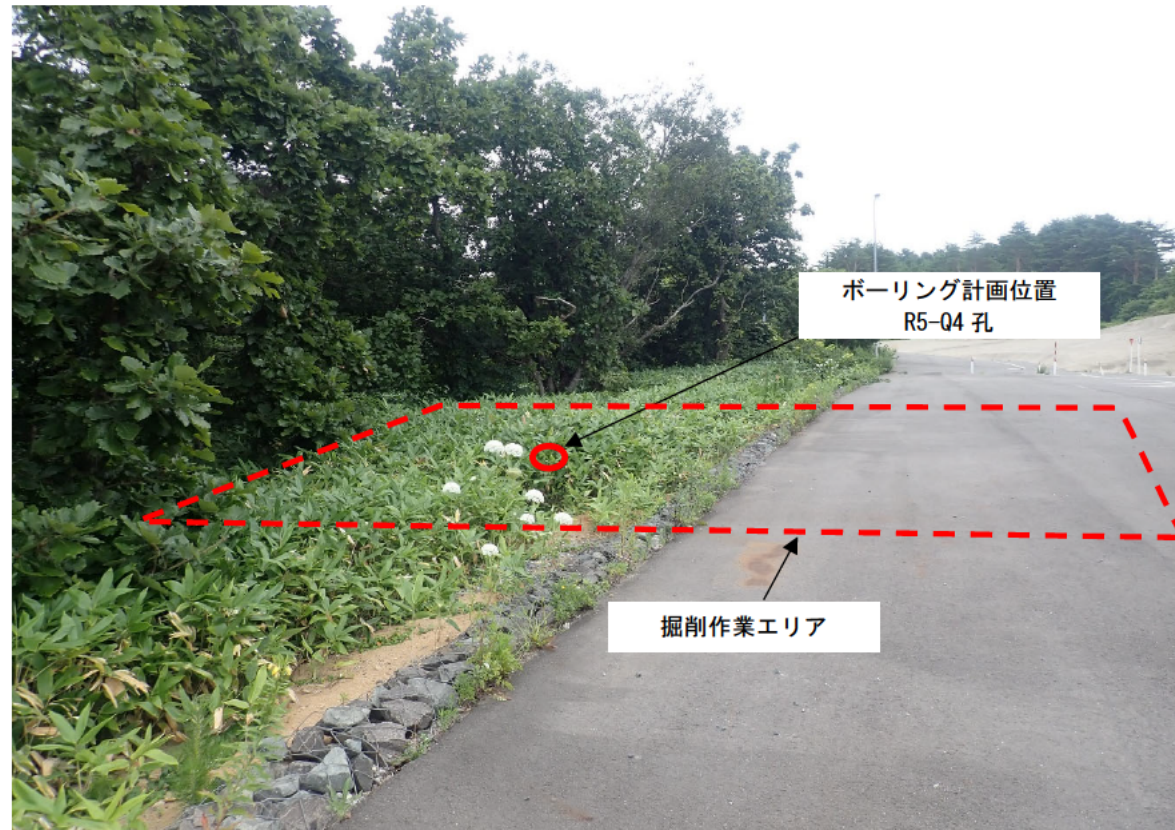
↑：矢視



参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (3/12)

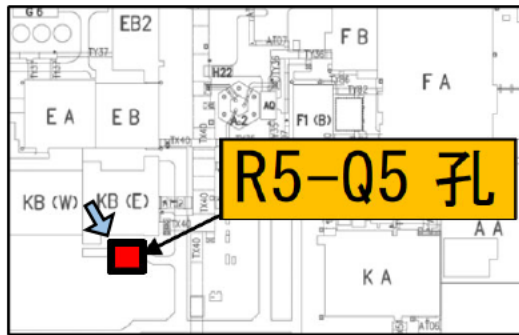


↑ : 矢視



参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (4/12)

参考1-21

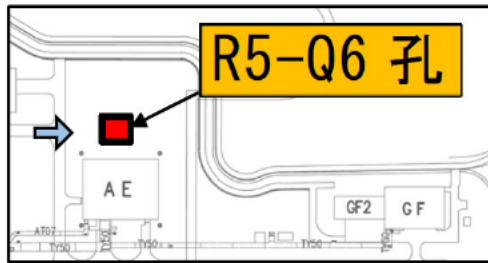


↑ : 矢視

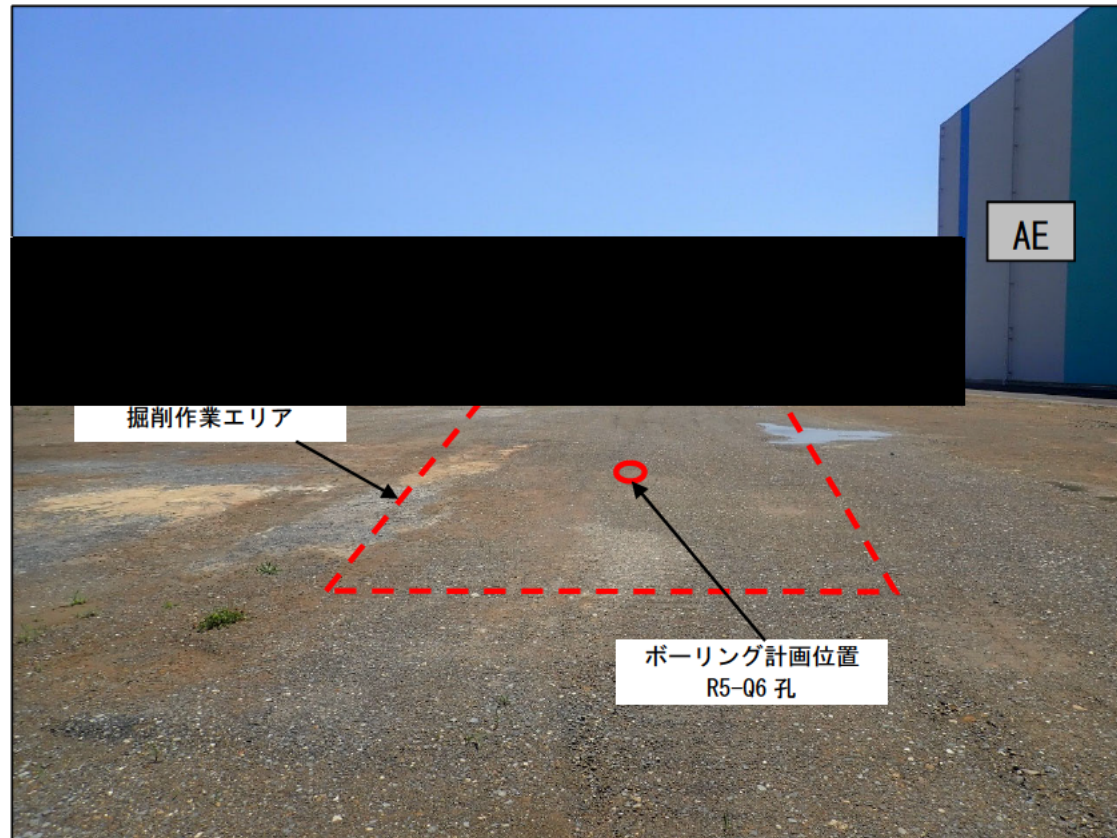


参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (5/12)

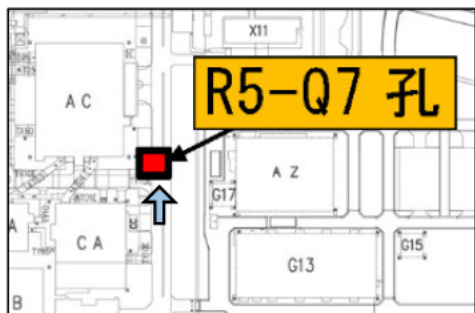
参考1-22



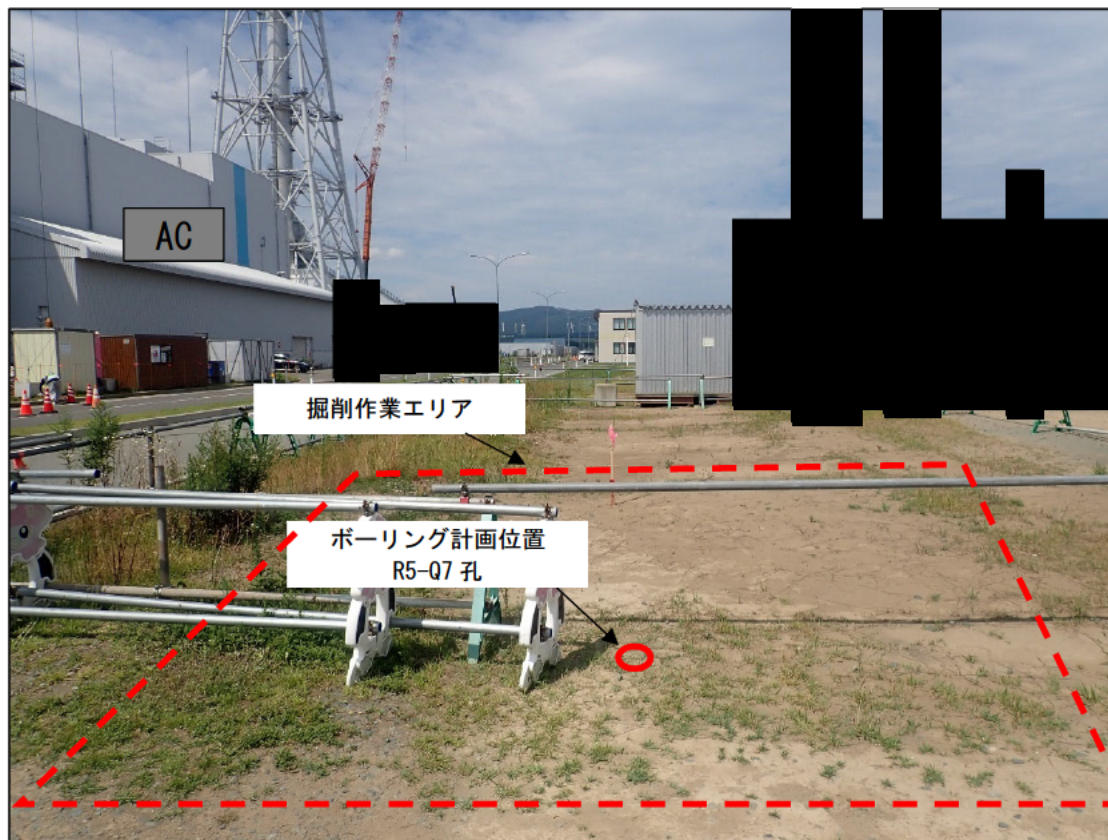
↑ : 矢視



参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (6/12)

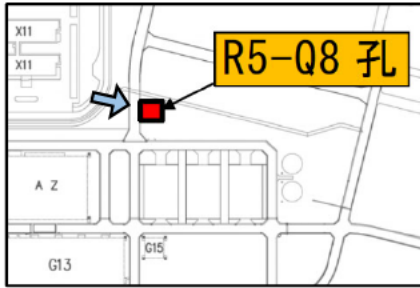


↑ : 矢視

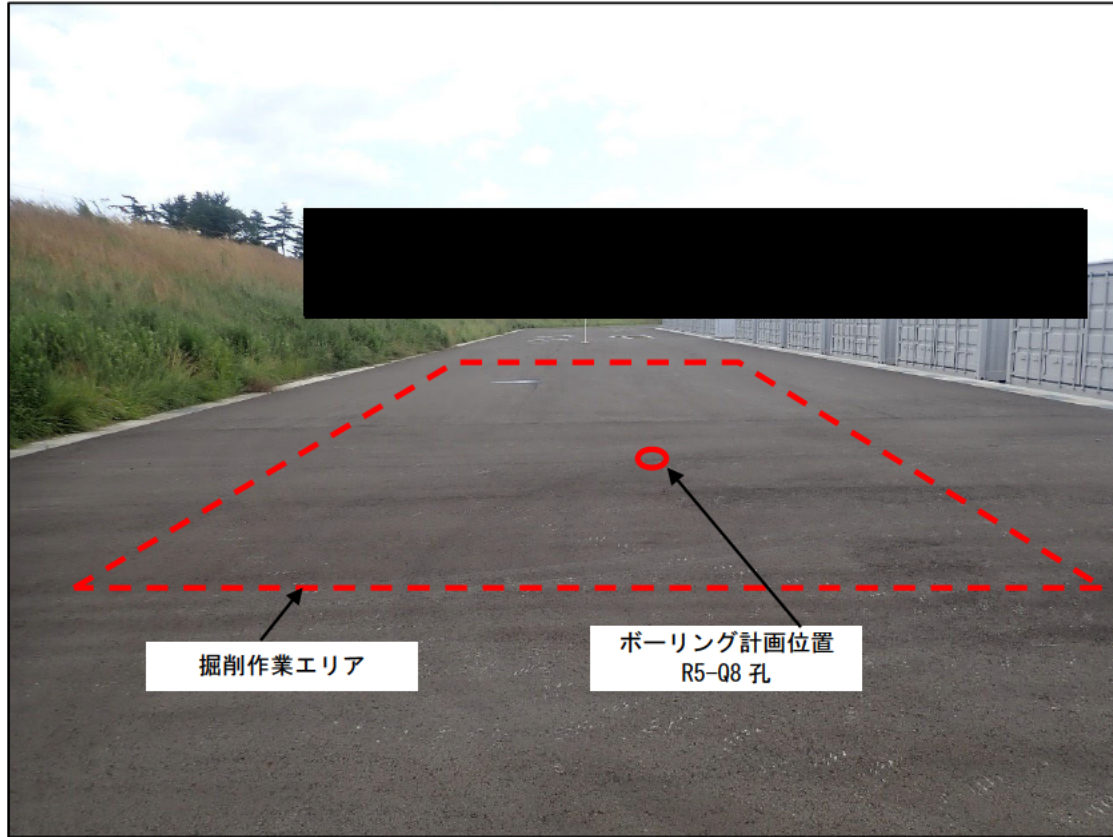


参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (7/12)

参考1-24

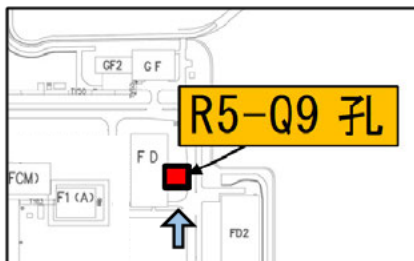


↑ : 矢視

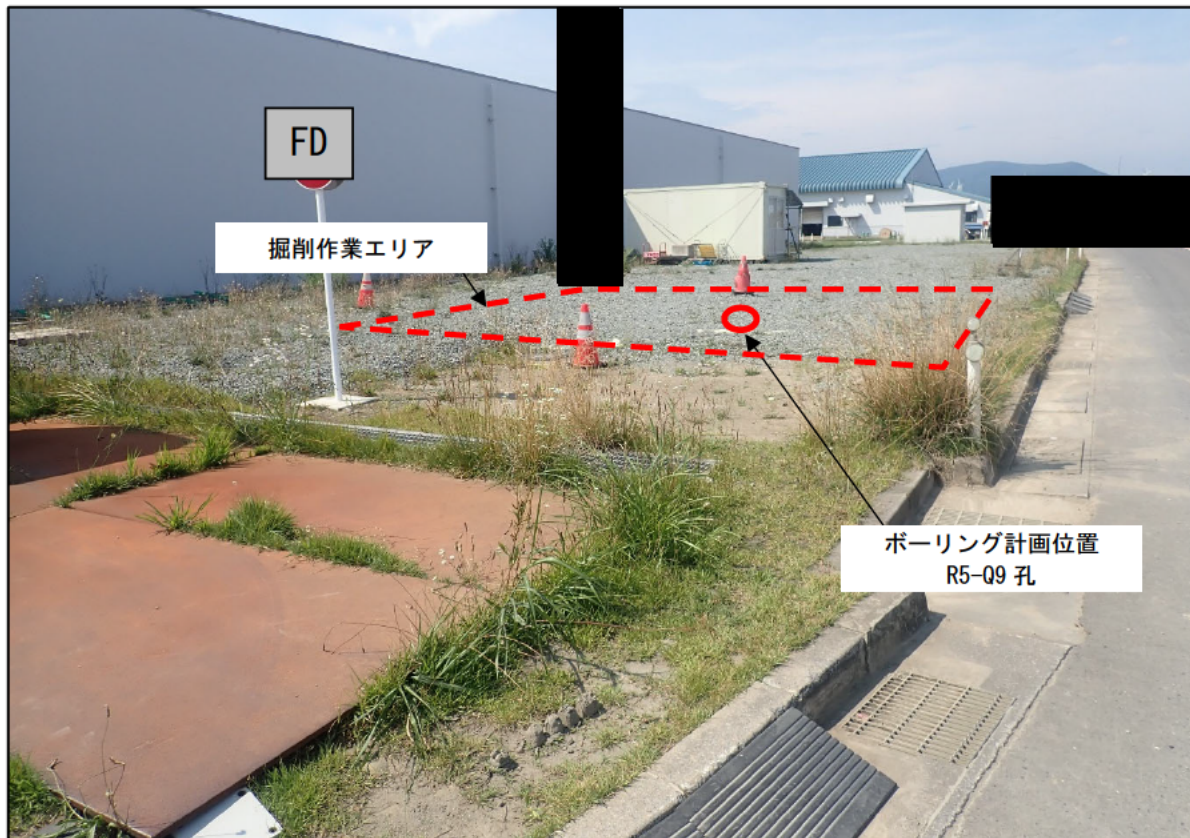


参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (8/12)

参考1-25

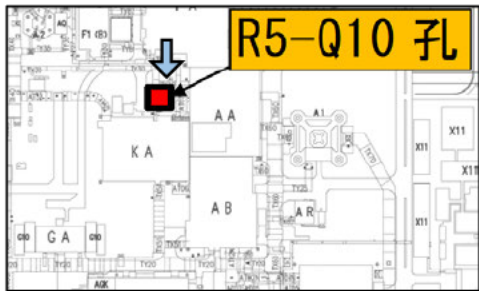


↑: 矢視

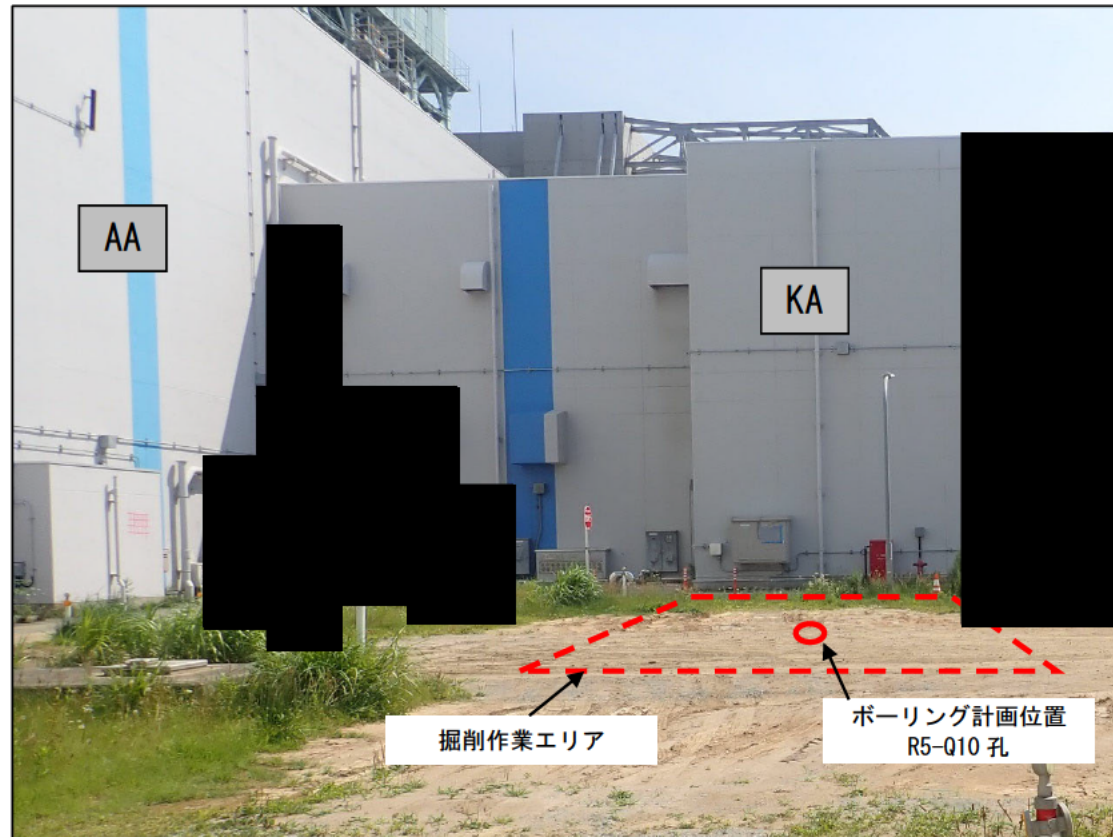


参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (9/12)

参考1-26

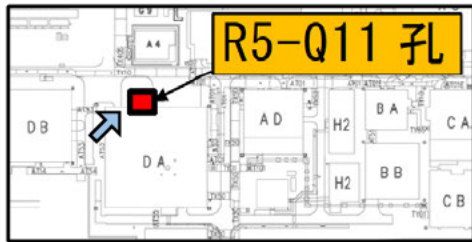


↑: 矢視

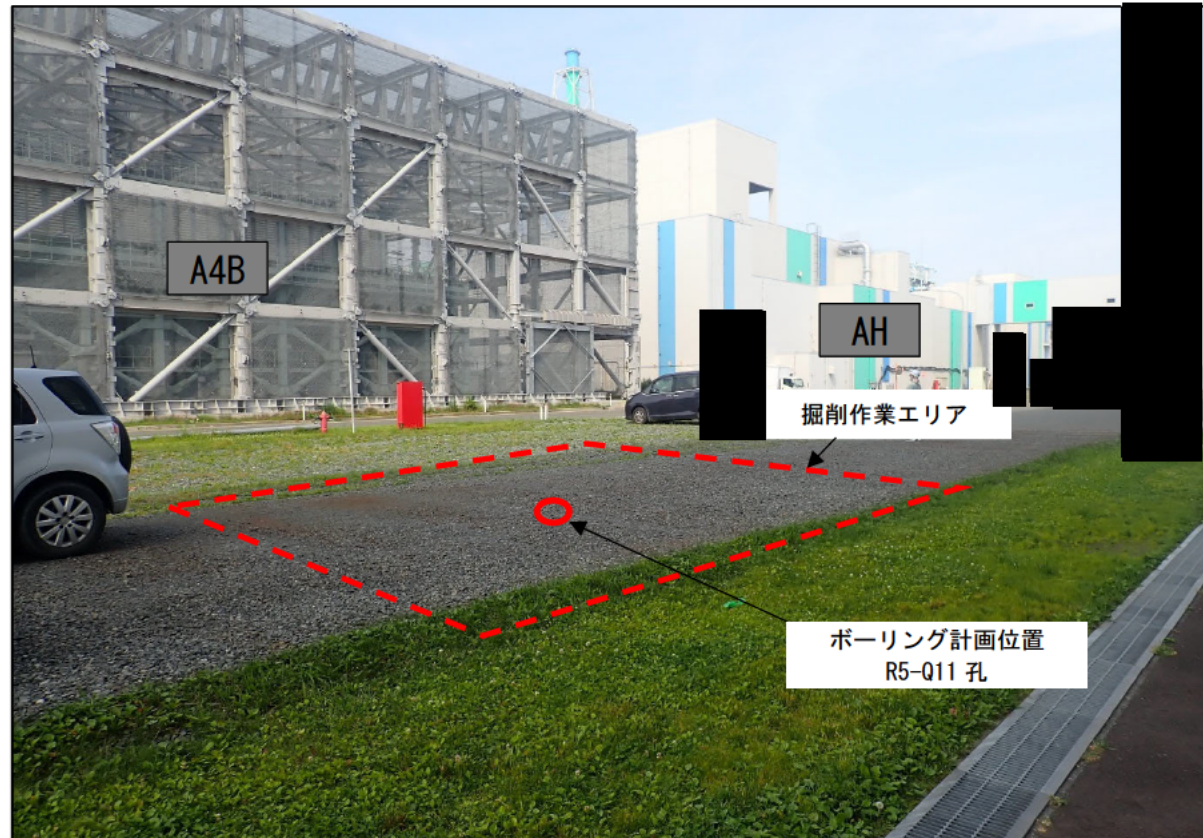


参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (10/12)

参考1-27



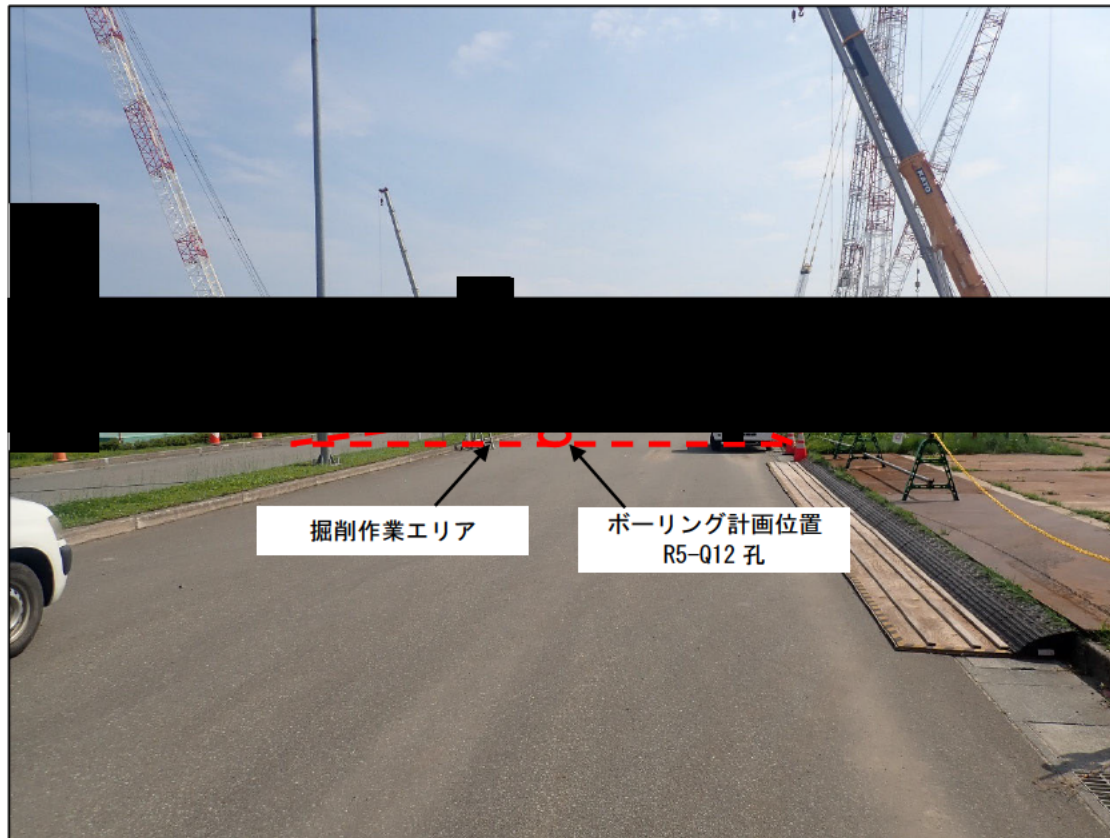
↑ : 矢視



参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (11/12)



↑ : 矢視



参考 1-3-3 図 ボーリング位置詳細図 (12/12)

参考 1-3-1 表 ボーリング位置の状況

ボーリング孔	最寄り建屋及び その離隔距離	地表面の状況
R5-Q1	DA 建屋：47m DC 建屋：25m	埋戻し土
R5-Q2	AB 建屋：41m KA 建屋：49m G10：37m	埋戻し土
R5-Q3	G14：102m	碎石舗装
R5-Q4	G14：130m	原地山
R5-Q5	KB(E) 建屋：26m	原地山
R5-Q6	AE 建屋：32m	原地山
R5-Q7	AC 建屋：43m	埋戻し土
R5-Q8	AZ 建屋：90m	アスファルト舗装
R5-Q9	FD 建屋：12m	碎石舗装
R5-Q10	AA 建屋：24m KA 建屋：19m	埋戻し土
R5-Q11	DA 建屋：10m	碎石舗装
R5-Q12	CB 建屋：34m	アスファルト舗装

(2) 調査方法

a. 孔内検層による Q 値測定

P S 検層（ダウンホール法）により地盤の減衰特性を測定し、Q 値を求める。

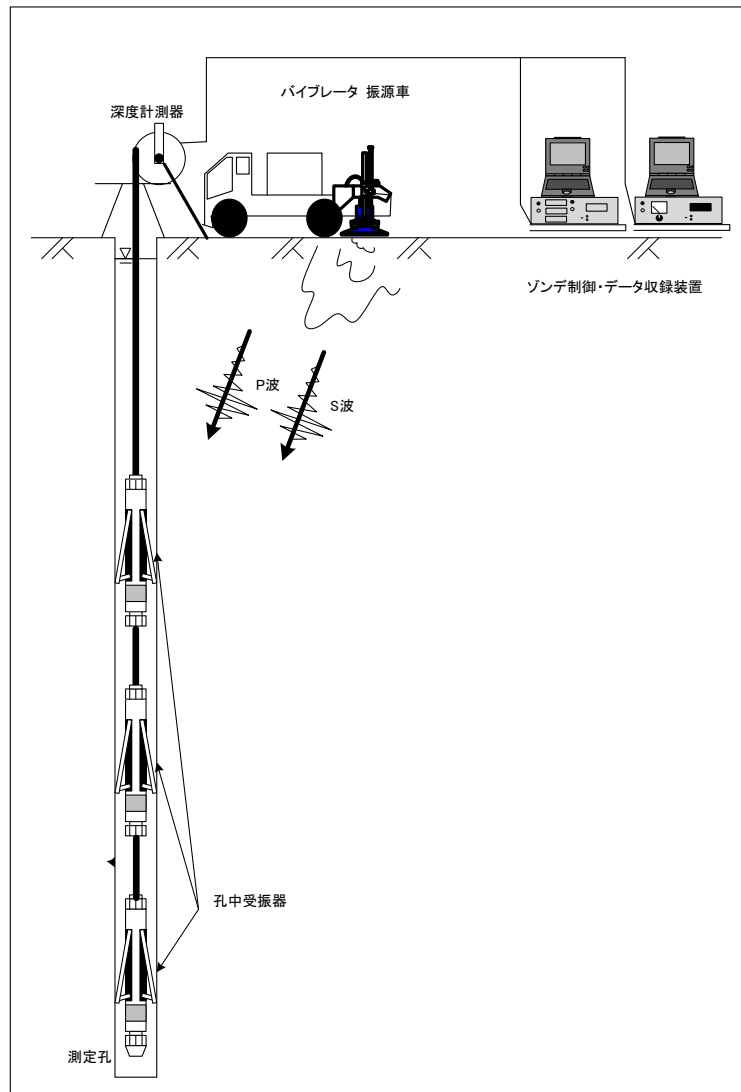
P S 検層（ダウンホール法）は、地表で発生させた弾性波（P 波・S 波）をボーリング孔内に設置した受振器で受振し、ボーリング孔沿いの地盤の弾性波速度分布の把握を目的に実施するものであり、ここでは、特に、地盤の減衰特性の把握を目的とした Q 値測定を実施する。P S 検層（ダウンホール法）の測定装置と測定システムの使用機器の一覧を参考 1-3-2 表に示し、模式図を参考 1-3-4 図に示す。

P S 検層（ダウンホール法）は、測定間隔を 1～2m とし、JGS 1122-2012「地盤の弾性波速度検層方法」を参考にして測定・解析を実施する。

測定系は、地表で弾性波を発生させる振源車、孔内に挿入するゾンデ、測定値の記録・表示を行う地上装置（ゾンデ制御・データ収録装置）から構成される。なお、ゾンデ数及び昇降方法については、現場の状況により設定する。

参考 1-3-2 表 P S 検層（ダウンホール法）に使用する機器の仕様等一覧表

孔中受振器	G S R - 1 A S L 社製
固有周波数	15Hz
受振器成分	3 成分（上下動 1 成分，水平動 2 成分），速度型
適用孔径	50mm～140 mm
長さ、直径及び重量	長さ 1135 mm φ 43mm，4.5kg
耐熱温度	200℃
耐圧	約 600 気圧
起振装置	振源車
最大出力荷重	27,000N
積載荷重 (Hold down mass)	44,000N
発振周波数帯	10Hz～550Hz
車両寸法（長さ，幅，高さ）	6.37m，2.13m，2.45m
車両重量	5,990kg

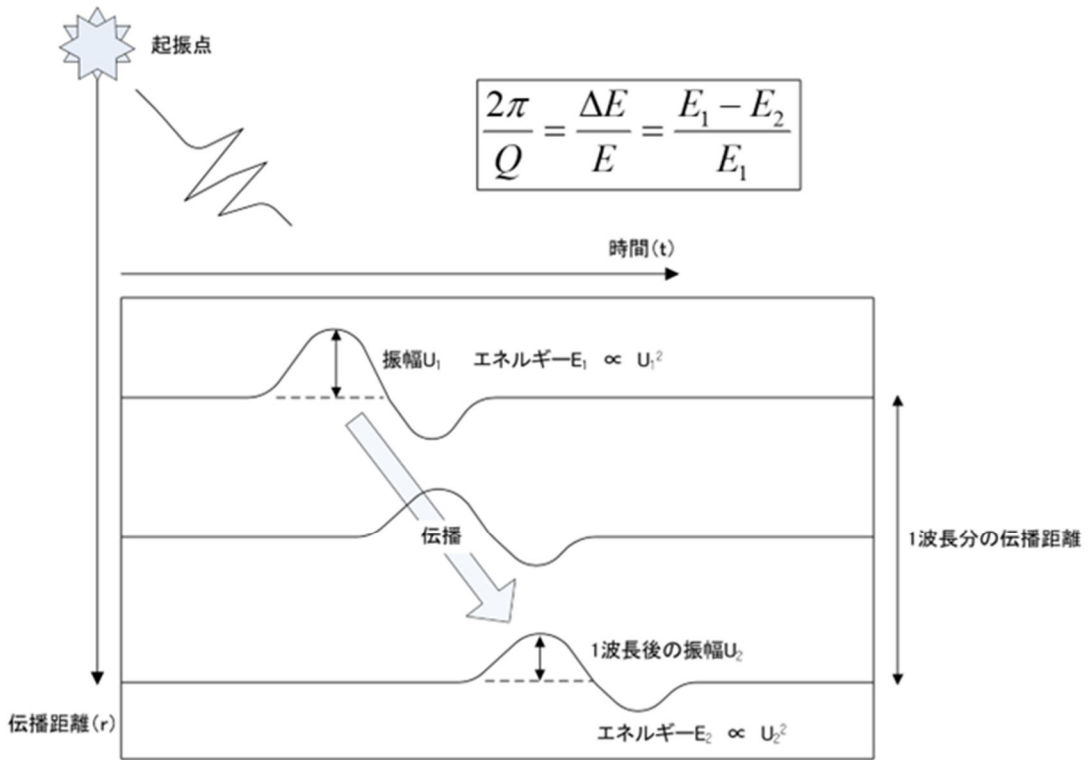


参考 1-3-4 図 P S 検層（ダウンホール法）の測定装置と測定システムの模式図

Q 値測定時のバイブレータ振源からの加振パターンは、10Hz ～80Hz の変調によるスイープ発振（10Hz から 8 秒程度で数段階変調）により実施する。

Q 値測定は、ボーリング孔内に設置した受振器に地表で発生させた弾性波（P 波・S 波）を受振させ、その波形の初動付近の振幅値の変化からボーリング孔沿いの地盤の減衰特性を把握する。

Q 値測定における振幅減衰の概念図を参考 1-3-5 図に示す。



参考 1-3-5 図 振幅減衰の概念図

b. 室内岩石試験

(a) 対象とする岩石コア試料

当該地点の地質構造は、f-1 断層、f-2 断層を境界として大きく 3 つのエリアに分けられる。また、東側地盤については、さらに東側に第 2 保管庫・貯水所(G14)が位置している。これらの地盤で出現する地質及び岩盤分類（岩種）を参考 1-3-3 表に示す。また、表中には、減衰定数として設定している双曲線近似のバイアスを最小減衰定数 $h(\%)$ として示した。

参考 1-3-3 表 地質区分、岩盤分類一覧表および岩種ごとの最小減衰定数

地盤範囲	地質区分		岩盤分類(層序)		最小減衰定数(%)
西側地盤	鷹架層上部層	泥岩層	泥岩	mss	1.42
		礫混り砂岩層	礫混り砂岩	ss	1.08
	鷹架層中部層	軽石混り砂岩	砂岩・凝灰岩互層	alst	2.04
			礫混り砂岩	ss	1.08
			砂岩・泥岩互層 ^{*1}	alsm	0.93
			軽石混り砂岩	ps	1.48
		砂質軽石凝灰岩	spt	1.48	
		軽石混り砂岩	ps	1.48	
		砂質軽石凝灰岩	spt	1.48	
		軽石混り砂岩	ps	1.48	
鷹架層下部層	細粒砂岩層	凝灰岩	tf	1.47	
		軽石凝灰岩	pt	1.34	
	泥岩層	軽石質砂岩	pps	0.83	
		礫岩 ^{*2}	cg	0.27	
中央地盤	細粒砂岩層	細粒砂岩	fs	1.29	
		粗粒砂岩 ^{*2}	cs	1.58	
	泥岩層	泥岩	ms	1.25	
		凝灰質砂岩 ^{*3}	pps	1.06	
		砂質軽石凝灰岩	spt	1.48	

■ : 岩石コア試験対象岩種 *1: 薄層, *2: 限定箇所, *3: 深部

□ : 再出現岩種

■ : 試験非実施岩種

当該地点は、高角度の f-1 断層、f-2 断層を境に 3 つのエリアで基盤からの地質層序が分かれ、解放基盤面 (T.M.S.L. -70m) までの各地盤の地質区分として、西側地盤は鷹架層上部層、鷹架層中部層、中央地盤は鷹架層下部層、東側地盤は鷹架層中部層、鷹架層下部層で構成されている。

各地盤における工学的性質を区分する岩盤分類については、参考 1-3-3 表に示す層序となっており、このうち、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所にしか出現しない礫岩、粗粒砂岩及び中央地盤での解放基盤面下で出現する凝灰質砂岩を除く、主要な 10 岩種 (泥岩(上部層)、礫混り砂岩、砂岩・凝灰岩互層、軽石混り砂岩、砂質軽石凝灰岩、凝灰岩、軽石凝灰岩、軽石質砂岩、細粒砂岩、泥岩(下部層)) について、岩石コア供

試体による室内岩石試験を実施する。

(b) 試料の準備、供試体整形

試験対象となる鷹架層の主要 10 岩種のボーリングコア試料は、乱れの少ない状態の良いものを選定して所定の寸法の供試体に整形し、脱気水槽に入れて飽和化を図る。12 時間以上の水浸、飽和化後、直径、高さ、質量を測定し、密度を算定する。

(c) 弾性波速度測定

まず、スペクトル比法での Q 値算定に使用するため、JGS 2564-2020「岩石の弾性波速度計測方法」に準拠し、P 波速度と S 波速度を測定する。

測定により得られた P 波速度 V_p と S 波速度 V_s から、次式でポアソン比 ν_d 、剛性率 G_d 、ヤング率 E_d を求める。

$$\nu_d = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$$

$$G_d = \rho_t \cdot V_s^2$$

$$E_d = 2(1 + \nu_d) \cdot G_d$$

(d) 拘束条件

当該地点は、軟岩地盤であり、有効応力の影響が考えられることから、室内試験時の拘束圧条件については、大気圧と封圧下の 2 種類を考慮する。

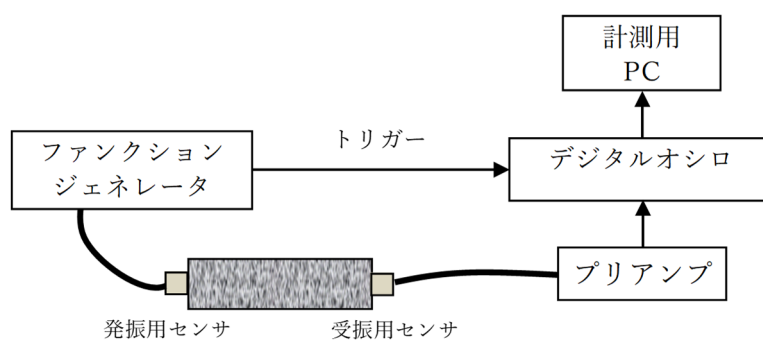
イ. 大気圧下における Q 値測定

コア Q 値測定装置の主な仕様を参考 1-3-4 表に示し、測定装置の概要図を参考 1-3-9 図に示す。超音波波形の収録は、JGS 2564-2020「岩石の弾性波速度計測方法」を参考にして大気圧下で行う。測定手順は以下のとおりである。

- ・ 供試体の上下端面に薄く石膏を塗布して振動子を接着する。
- ・ その際、上下の振動子の感度方向を一致させる。
- ・ S 波の伝播波形を収録する。S 波の発振、受振には同じ形式の振動子を用い、それぞれの透過波形の初動が明瞭になるよう励起電圧と波形収録時のゲインを調整する。

参考1-3-4表 大気圧下のQ値測定装置の主な仕様

名称	主な仕様	型番	メーカー
振動子	名称：横波垂直探触子 共振周波数：1 MHz 質量・寸法：約21g、15×15×20mm	PY 1Z	ジャパンプローブ
ファンクションジェネレータ	周波数範囲：1 μ Hz～20MHz 出力電圧：10mVp-p～20Vp-p 出力波形：正弦波、矩形波他	33220A	アジレント・テクノロジー
プリアンプA	増幅率：55dB (200kHz) 周波数帯域：10kHz～5MHz (-3dB以内) 最大出力電圧：約7Vp-p	A1002	富士セラミックス
プリアンプB	増幅率：20、30、40dB 周波数帯域：2kHz～1.2MHz 最大出力：2Vp-p以上	9917	エヌエフ回路設計ブロック
デジタルオシロ (波形収録)	サンプリング速度：100 MHz アナログ入力：2 CH 垂直分解能：8 bits	NR-350	キーエンス



参考1-3-9図 Q値測定装置の概要図

ロ. 封圧下における Q 値測定

Q 値測定装置の主な仕様を参考 1-3-5 表に示し、測定装置の概要図を参考 1-3-10 図に示す。

封圧はシリンジポンプによって制御する。キャップとペDESTALの中に振動子を組み込み、下端から超音波を発振し上端で透過波を受振する構造である。

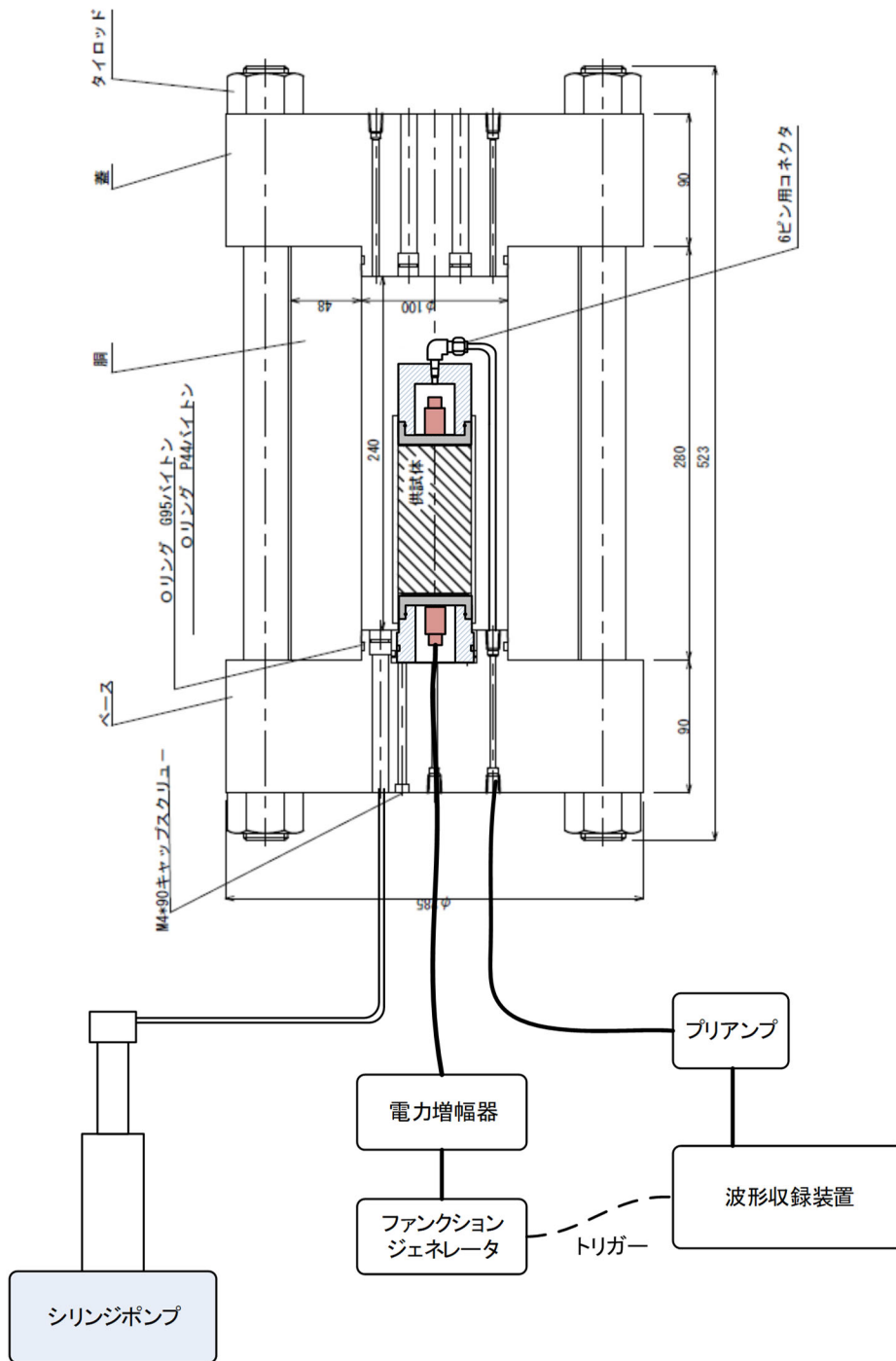
参考 1-3-5 表 封圧下の Q 値測定装置の主な仕様

名称	主な仕様	型番	メーカー
高圧セル	耐圧：150MPa 寸法（内）：φ100×h240mm シリンジポンプによる加圧	—	汎高圧工業
シリンジポンプ	最大加圧力：51.7MPa シリンダ容量：266ml 制御方式：定圧力，定流量	260D	ISCO
振動子	名称：横波垂直探触子 共振周波数：1 MHz 質量・寸法：約 21g, 15×15×20mm	PY 1Z	ジャパンプローブ
ファンクションジェネレータ	周波数範囲：1 μHz～20MHz 出力電圧：10mVp-p～20Vp-p 出力波形：正弦波，矩形波他	33220A	アジレント
電力増幅器	周波数帯域：DC～1 MHz 入力電圧：最大 10V 増幅率：10～100 倍	4005	NF 回路設計ブロック
プリアンプ A	増幅率：55dB (200kHz) 周波数帯域：10kHz～5MHz (-3dB 以内) 最大出力電圧：約 7Vp-p	A1002	富士セラミックス
プリアンプ B	増幅率：20, 30, 40dB 周波数帯域：2kHz～1.2MHz 最大出力：2Vp-p 以上	9917	NF 回路設計ブロック
デジタルオシロ (波形収録)	サンプリング速度：100 MHz アナログ入力：2 CH 垂直分解能：8 bits	NR-350	キーエンス

測定手順は以下のとおりである。

- 供試体の上下端面はペDESTALとキャップに薄く石膏を塗布して接着する。
キャップ、ペDESTALともに、弾性波形測定のための振動子を組み込んでいる。
- 上下のセンサの感度方向（S波の発振方向と受信方向）を一致させる。
- 水圧により封圧するため、供試体との水の出入りを遮断するため、メンブレンを装着する。
- セル（耐圧中空円錐形容器）を組み立てて水を注入する。
- シリンジポンプ（微調整可能な注射器様のポンプ）により所定の拘束圧（採取深度の全応力）を加えて試験時は一定に保持する。
- S波の伝播波形を収録する。受信波形を増幅して、分析を実施する。

なお、S波の発振・受振には同じ振動子を用い、それぞれの透過波形の初動が明瞭になるよう励起電圧（最低の共鳴電圧）と波形収録時のゲインを調整する。



参考 1-3-10 図 封圧下の Q 値測定装置の概要

(e) スペクトル比法による Q 値測定 (拘束条件: 大気圧下, 封圧化下)

スペクトル比法は、減衰が小さい (Q 値が大きい) 標準試料と岩石試料を透過した超音波波形を比較し、両者の FFT スペクトルの比から Q 値を評価する方法である (Toksoz et al., 1979)。

標準試料と対象とする試料の平面波の振幅は次のように表される。

$$A_1(f) = U_0 \cdot e^{-\alpha_1(f)x} \cdot e^{i(2\pi ft - k_1 x)} \cdot G_1 \quad 1) \text{ 式}$$

$$A_2(f) = U_0 \cdot e^{-\alpha_2(f)x} \cdot e^{i(2\pi ft - k_2 x)} \cdot G_2 \quad 2) \text{ 式}$$

$A(f)$: 振幅
 U_0 : 初期振幅
 f : 振動数
 x : 距離, t : 伝播時間
 k : 波数 ($= 2\pi f / v$)
 v : 速度
 G : 拡散、反射等を含む幾何学的因子
 $\alpha(f)$: 振動数に依存する減衰係数
添字 1、2 : 標準試料(1)、対象試料(2)を表わす。

式中の $e^{-\alpha(f)x}$ が距離 x を伝播した波の減衰を示す。

いま、 α は振動数の線形関数であると考え、3)式で定義する。

$$\alpha(f) = \gamma f \quad 3) \text{ 式}$$

ここで γ は定数であり Q 値と次の関係がある。

$$Q = \pi / \gamma v \quad 4) \text{ 式}$$

対象試料と標準試料が幾何学的に同一 (同一寸法、同じ振動子、同じ配置) で、かつ G_1/G_2 が振動数に依存しないとすれば、フーリエ振幅比は 1)式を 2)式で除すことにより次式で示される。

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{G_1}{G_2} \cdot e^{-(\gamma_1 - \gamma_2) \cdot f \cdot x} \quad 5) \text{ 式}$$

上式の自然対数をとると次式となる。

$$\ln(A_1/A_2) = (\gamma_2 - \gamma_1) \cdot f \cdot x + \ln(G_1/G_2) \quad 6) \text{ 式}$$

6) 式で振幅比 $\ln(A_1/A_2)$ を振動数に対してプロットしたときの直線の傾きから $(\gamma_2 - \gamma_1)$ を、切片から $\ln(G_1/G_2)$ を求めることができる。標準試料の Q 値が非常に大きければ γ_1 を 0 とみなせるので対象試料の γ_2 は傾きから直接求めることができ 4) 式から Q 値を導くことができる。なお、 G_1/G_2 は測定試料の岩種によって変化し、同一岩種内ではおおむね同様の値を取ると考えられている。

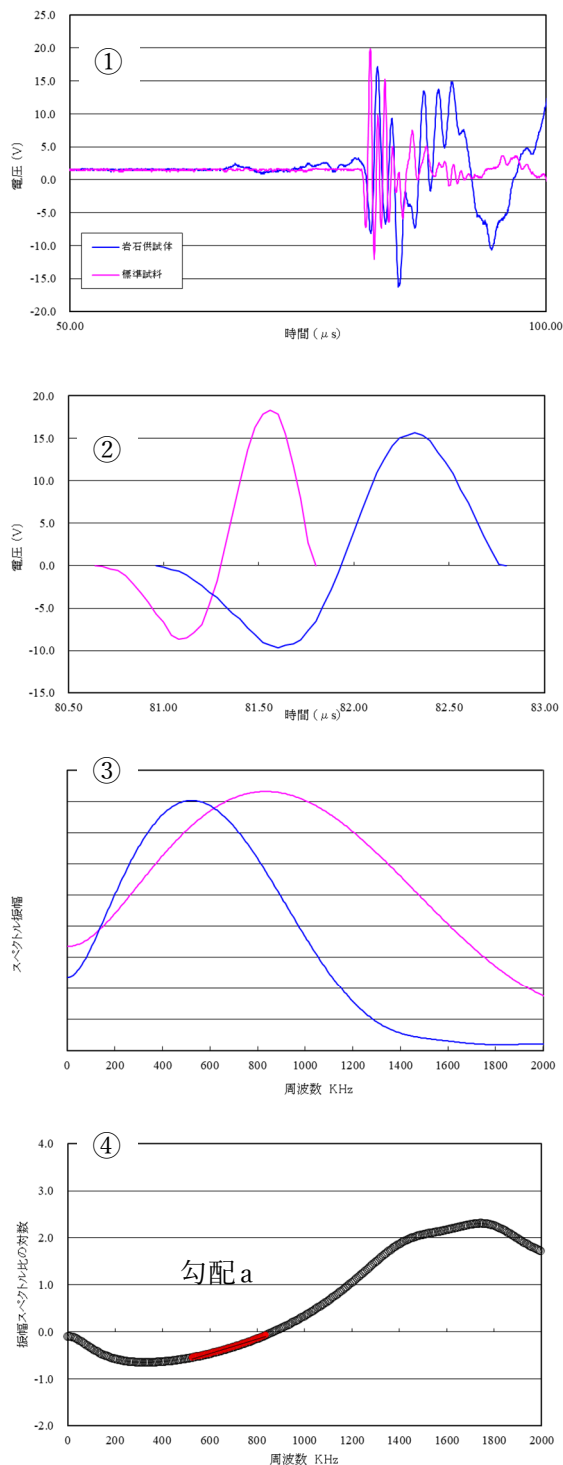
標準試料には岩石供試体と同じ形状のアルミ合金 (A5056) を使い、岩石供試体と同様の方法で透過波形を収録する。なお、Zemanek (1961)によれば、アルミの Q 値は 15×10^4 という大きな値となっているので、 γ_1 は 0 とみなしても誤差はないことになる。

スペクトル比法による Q 値の解析は以下の手順で行う (参考 1-3-11 図参照)。

- ① 標準試料と岩石供試体の波形データをそれぞれプロットし、全体傾向から外れるデータや異常なノイズなどがないことを確認する。その際、初動が到達する前の信号の平均値を DC 成分として差し引く。
- ② 原則として初動後の1波長分のデータを切り出し、Q 値解析対象とする。
- ③ FFT (Fast Fourier Transform) をかけてフーリエスペクトルを計算する。
- ④ 各周波数においてアルミの標準試料に対する岩石供試体のスペクトル振幅比の対数を求め、周波数との関係でプロットする。佐藤 (2012) を参考に、③で求めたフーリエスペクトルの振幅が、岩石供試体で最大となる周波数から標準試料で最大となる周波数までの区間の勾配 a を求め、次式で Q 値を解析する。(右図の着色プロット区間)

$$Q = \frac{\pi \cdot x}{a \cdot v} \quad 7) \text{ 式}$$

ここでは、 x には供試体の高さを、 v には弾性波速度測定で得られた S 波速度を用いる。



参考 1-3-11 図 スペクトル比法による Q 値の解析

(f) パルスライズタイム法による Q 値測定 (拘束条件: 大気圧下, 封圧化下)

パルスライズタイム法は、岩石試料を透過した超音波パルス透過波形の立ち上がり時間(ライズタイム)から次式で Q 値を評価する方法である (Gladwin & Stacey, 1974)。

$$\tau = \tau_0 + \frac{C \cdot t}{Q} \quad 8) \text{ 式}$$

τ : 伝播波の初動のライズタイム

τ_0 : 入射波のライズタイム

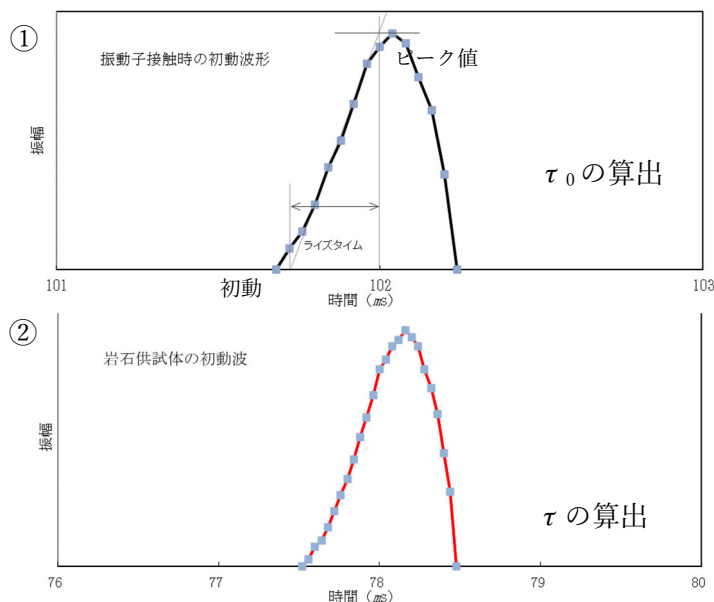
t : 伝播時間

C : 比例定数

比例定数 C については、Gladwin & Stacey (1974) は実験値として 0.53 ± 0.04 を提案しているが、今回は佐藤 (2012) が波形シミュレーションによって求めた 0.293 を採用する。

ライズタイム τ および τ_0 の算出方法については佐藤 (2012) を参考とする。伝播波の初動のライズタイム τ は、参考 1-3-12 図のように初動後のピーク値をピークに至るまでの最急勾配で除して求める。なお最急勾配は、ノイズによる波形の乱れを考慮して、初動からピーク値までの合計データ数の半分 (参考 1-3-9 図①の場合、5 データ) を範囲として求める。入射波のライズタイム τ_0 については、超音波振動子と受振子を直接接触させた場合の振源波形から τ と同様の方法で求める。

岩石試料を透過した伝播波のライズタイムは、前述のスペクトル比法で収録した超音波透過波の初動波形を用いる (参考 1-3-11 図②) に例を示す)。



参考 1-3-12 図 パルスライズタイム法による解析

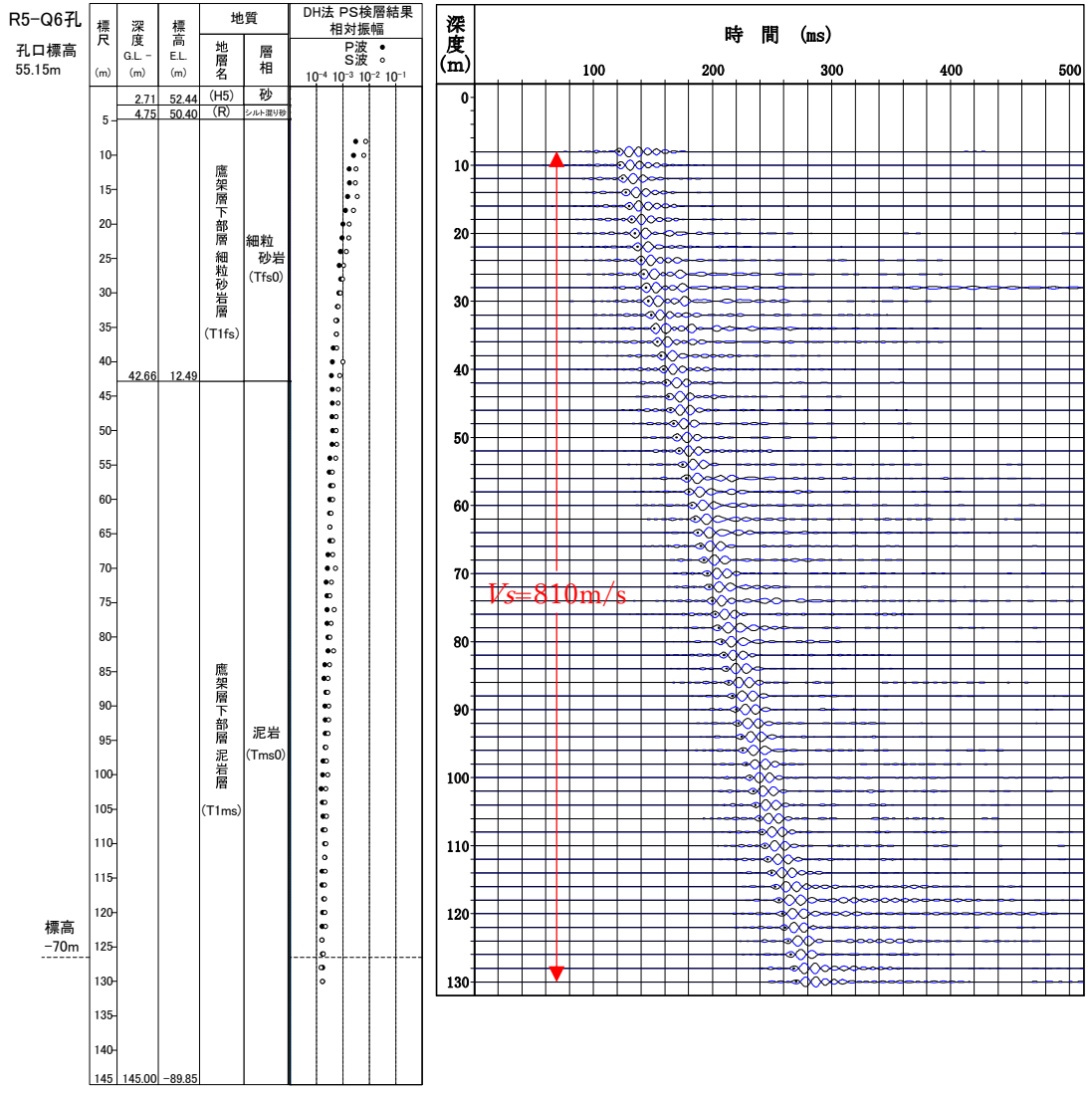
(3) Q 値測定による観測波形と減衰定数

a. 観測波形の信頼性

孔内検層による Q 値測定における計測波形（参考 1-3-13 図参照）の信頼性については、下記の項目を確認している。

- ・ S 波検層においてボーリング孔内に設置する 8 深度×3 成分の受振器は、観測前のセルフキャリブレーションにより、全 ch にインパルス信号を入力し、波形とスペクトルを比較し、異常のないことを確認する。
- ・ インパルス波形は、モニター波形の相互相関関数であることから、深度方向に同様の波形が得られていること、S 波の速度構造が対象岩盤と同等であることから観測波形に異常のないことを確認する。
- ・ 観測波形は、深度毎に独立して解析されており、図に示す S 波の相対振幅が深度方向に連続に減少することを確認する。
- ・ 常時微動の影響については、観測波形の前後（トリガー前、加振後）で平坦であることから影響のないことを確認する。
- ・ コリレーション処理後の後続波に一定周期の波形が観測されるが、減衰定数の算定には、初動から一波長(10Hz : 100ms)の波形で解析を実施し、収録した全ての波形(インパルス波形)の振幅値と伝搬距離(≒深度)の関係を、最小二乗法を用いて一時近似した値をもとに算定することから結果への影響はない。

上記のことを満足することにより信頼できる観測波形を用いて Q 値測定を実施している。



参考 1-3-13 図 相対振幅と観測波形(コリレーション処理後 : R5-Q6 孔の例)

b. 観測波における建屋・表層等の影響および計測深度について

敷地において Q 値測定を実施する上では、以下に示す敷地の地盤の特徴や地盤の振動に影響を及ぼし得る要因に着目し、これらが測定結果に与える影響が低減されるようにデータの確認及び分析を実施した。

- ・ 調査地点においては、参考 1-3-2 図に示したとおり、表層地盤が地表付近に堆積している地点があり、地表面又は岩盤部分との境界面が傾斜を有している場合があることから、表層地盤内において加振波が反射することによる影響が考えられる。
- ・ 調査地点近傍においては、参考 1-3-3 図に示したとおり、調査地点近傍に建屋が位置しており、加振波が反射することによる影響が考えられる。
- ・ 調査地点においては、参考 1-3-3 図に示したとおり、地点ごとに地山やアスファルト舗装等、载荷時に地盤に対して適切にインプット波形が入力されない可能性が考えられる。
- ・ 別紙 2-3「4.5 地震波干渉法による検討」において、地震観測地点による常時微動による影響が小さいことは確認しているが、地点によっては、周辺設備等の影響により、常時微動による影響が考えられる。

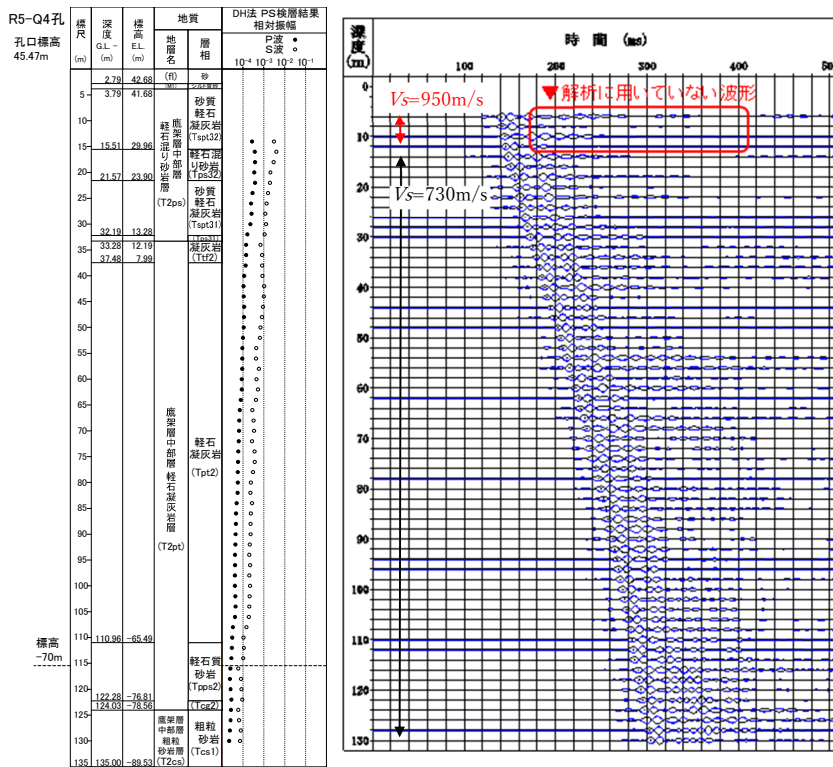
Q 値測定の解析に用いる観測深度については、モニター波形との相似性等から判断した表層影響のない岩盤上限面からボーリング孔下端 (GL-130m) を対象としている。

S 波検層のボーリング孔のコリレーション処理後の波形については、2 孔の観測波形において、参考 1-3-14 図、参考 1-3-15 図に示すような信号の到達時間が妥当でない S 波速度が得られており、「JGS-1122 地盤の弾性波速度検層方法」に基づきデータの信頼性の観点から観測深度から棄却した。

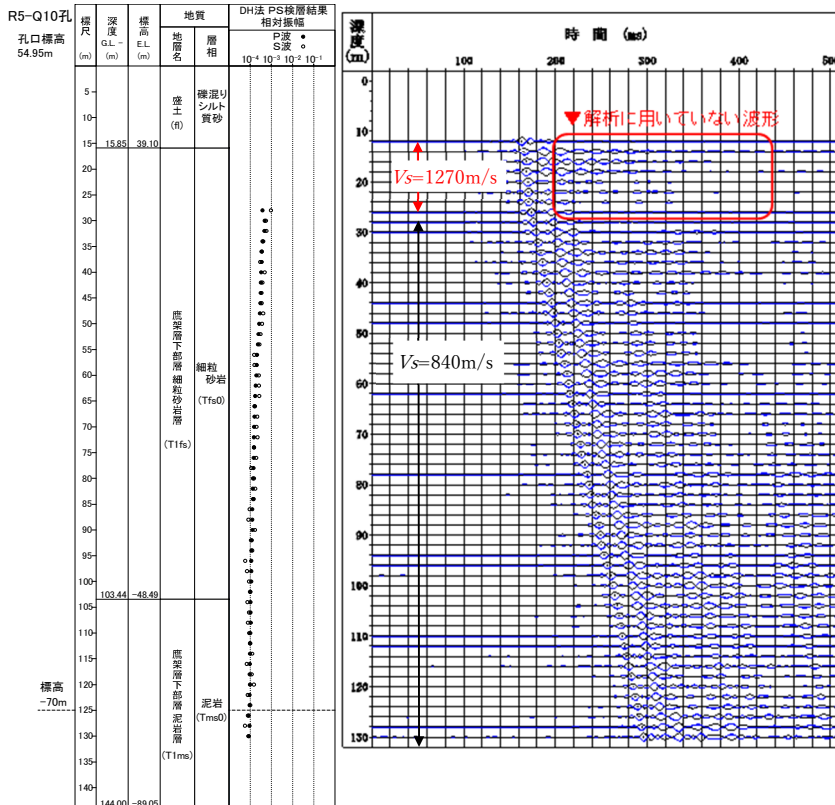
上記に示した要因の整理のとおり、岩盤上限面の観測波形における影響の要因については、表層地盤構造、地表面の不陸、近接建屋との離隔、载荷面の条件(地山未舗装、碎石舗装、アスファルト舗装)、常時微動等が挙げられる。各ボーリング孔の棄却データの有無と観測位置の周辺環境を参考 1-3-6 表に示す。建屋の影響としては、R5-Q10 は建屋の隣接距離が小さく、表層地盤の影響としては、R5-Q4 は表層に不陸(参考 1-3-2 図参照)を有している。同様の状況でも波形に影響がない孔もあるため、原因は特定できないが、信頼できる区間(S 波の速度構造が対象岩盤と同等であること)の観測深度によりデータ分析を実施する。

参考 1-3-6 表 表層地盤の観測波形への影響因子一覧

孔番号	観測深度棄却 区間有無	ボーリング孔条件				
		表層地盤	地表傾斜	建屋位置	載荷面	常時微動
R5-Q1	なし	埋戻し土	なし	DA 建屋：47m DC 建屋：25m	埋戻し土	前後なし
R5-Q2	なし	埋戻し土	なし	AB 建屋：41m KA 建屋：49m G10：37m	埋戻し土	前後なし
R5-Q3	なし	鷹架	なし	G14：102m	碎石舗装	前後なし
R5-Q4	有	原地山	あり	G14：130m	原地山	前後なし
R5-Q5	なし	原地山	なし	KB(E)建屋：26m	原地山	前後なし
R5-Q6	なし	原地山	なし	AE 建屋：32m	原地山	前後なし
R5-Q7	なし	原地山	なし	AC 建屋：43m	原地山	前後なし
R5-Q8	なし	原地山	あり	AZ 建屋：90m	As 舗装	前後なし
R5-Q9	なし	原地山	なし	FD 建屋：12m	碎石舗装	前後なし
R5-Q10	有	埋戻し土	なし	AA 建屋：24m KA 建屋：19m	埋戻し土	前後なし
R5-Q11	なし	造成盛土	なし	DA 建屋：10m	碎石舗装	前後なし
R5-Q12	なし	造成盛土	なし	CB 建屋：34m	As 舗装	前後なし



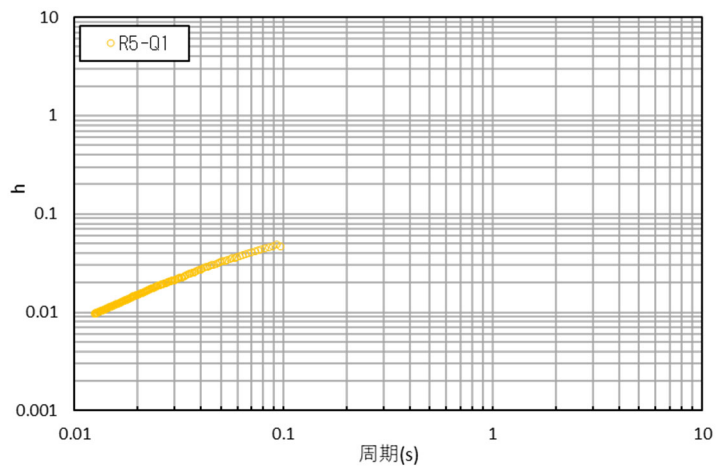
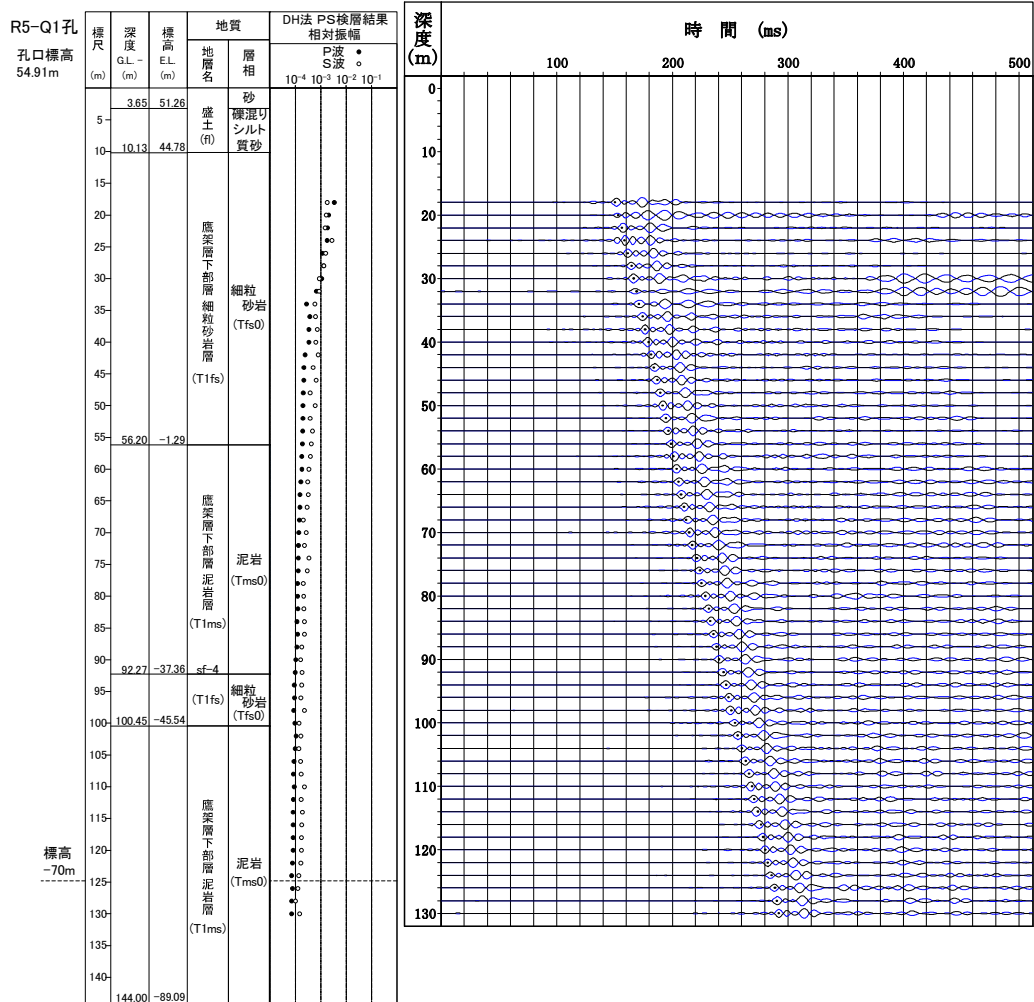
参考 1-3-14 図 表層の影響が考えられる観測波形(R5-Q4 : コリレーション後 V_s)



参考 1-3-15 図 表層の影響が考えられる観測波形(R5-Q10 : コリレーション後 V_s)

c. 追加調査で得られた観測波形と減衰定数

S波検層の追加調査で得られた観測波形(コリレーション処理後)と周波数ごとの減衰定数を参考 1-3-16 図～参考 1-3-27 図に示す。



参考 1-3-16 図 コリレーション波形と減衰定数

(R5-Q1 孔:観測深度 GL-18m~-130m)