

地下深部における地震動及び地下接続坑道の地震応答特性について

原子力発電環境整備機構 正会員 土 宏之、 岡田英信、安藤一郎  
東電設計株式会社 非会員 真下 貢、 菅原正晴、小島 浩

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分施設の操業期間中における耐震安全性については、その施設の大部分が地下300m以深となるため、地震動による揺れの強さは地表に比較し1/2~1/3程度に小さくなり、所定の設計により安全性が確保される(JNC2000 他)とされている。一方、近年、地震観測網の整備により、地下深部基盤岩における地震動データが蓄積されてきている。今回、それら観測データに基づいた地下深部地震動の特性を地表との対比から一部整理検討するとともに、地層処分施設の接続坑道としての地震応答について試算したので報告する。

2. 観測データに基づく地下深部地震動の特性

今回分析の対象とした観測点はKiK-netの近接するA、B2地点の観測データである。2地点の選定は、この地域が、マグニチュード5.0以上のプレート境界型、内陸地殻内型、スラブ内型の各種地震動が観測され、かつ観測点間の地盤条件が大きく異なり、地盤増幅の違いを比較可能なことによる。(図-1)

まず、地表面の地震動の強さに対する地中の地震動の低下割合を確認した。その結果、各観測点の地中/地表の応答スペクトル比の平均値は、全周期帯でいずれも1.0を下回っている。(図-2)

しかし、A地点のスペクトル比の平均値に対する個々の地震間のバラツキは小さいものの、B地点のバラツキは、0.1sec以下の短周期帯で特に大きくなっている。このバラツキの要因として、地震種別、M、震源深さ、震源距離、基盤入射

角等に着目し検討した結果、基盤入射角が大きい場合(B地点の場合53°以上)にバラツキが生じ、地中/地表スペクトル比が大きくなることが分かった。

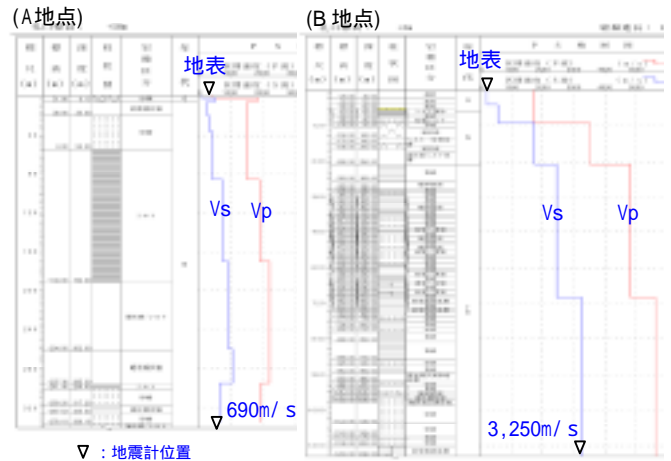


図-1 観測点の地盤(KiK-net)

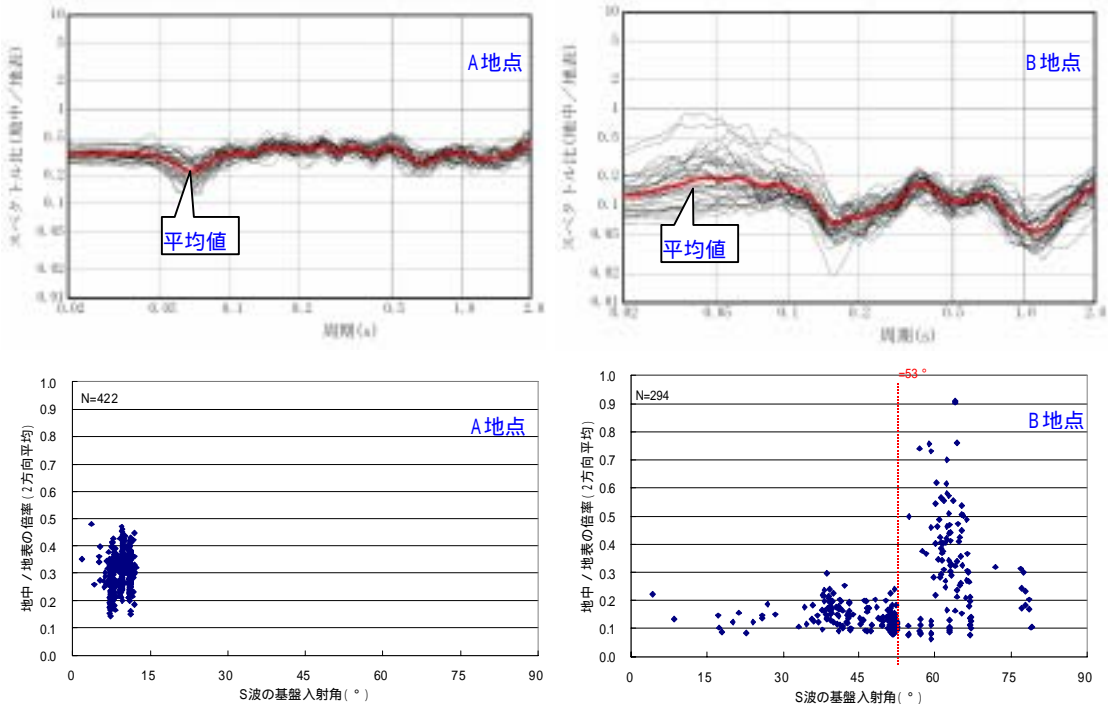


図-2 A、B地点における応答スペクトル比(周期、基盤入射角)

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、地震動、入射角、地震応答、接続坑道

連絡先：東京都港区芝4-1-23 Tel.03-4513-1114 Fax.03-4513-1599

また、その基盤入射角  $53^\circ$  以上のデータをMの大小で整理すると、 $M < 4.0$  以下において応答スペクトル比が大きくなることがわかった。（図 - 3）

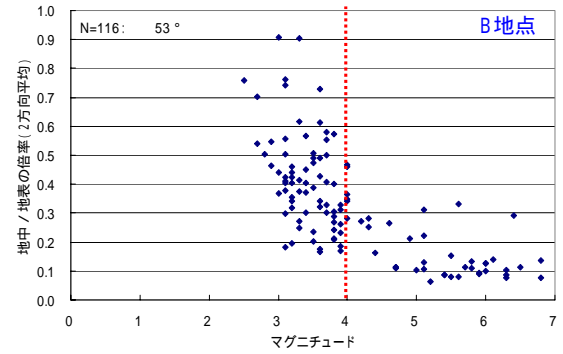


図 - 3 B地点における地中/地表振幅比とMの関係 ( $53^\circ$ )

この理由としては、入射角が小さく鉛直に近い地震波に比べ、入射角が大きい高角入射では、伝播延長が増加し、短周期の減衰が大きくなり、結果として応答スペクトル比(地中/地表)が大きくなるものと考えられる。また、Mが4以下でその傾向が顕著になるのは、規模が小さい地震の方が、短周期の占める割合が大きいパルス的な地震動であることによるものと考えられる。なお、高角入射がA地点( $V_s=690\text{m/sec}$ :地震計位置)で見られず、B地点のみで確認できる理由は、B地点の地震計設置位置のせん断弾性波速度が  $V_s=3,250\text{m/sec}$  と大きく、地震波の入射過程を経ても、入射角が大きいまま保持されることによると考えられる。（スネルの法則）

3. 地下接続坑道の地震応答特性

地層処分坑道は、地質環境条件に応じて直径 5 m 程度の坑道を水平方向や鉛直方向へ多段に接続させることにより、所定の処分スペースを確保する必要がある。

今回、処分坑道を接続させたときの地震応答への影響をモデルケースにより検討した。（図 - 4）

(1) 解析条件

解析は、地下 GL-500m位置に坑道数 2 個を基準ケースとして、水平に接続した坑道数 20 のケース、さらに鉛直方向にも接続させた坑道数  $20 \times 3$  段の3ケースについて行った。また、岩盤条件は硬質岩、軟質岩の2ケースとした。

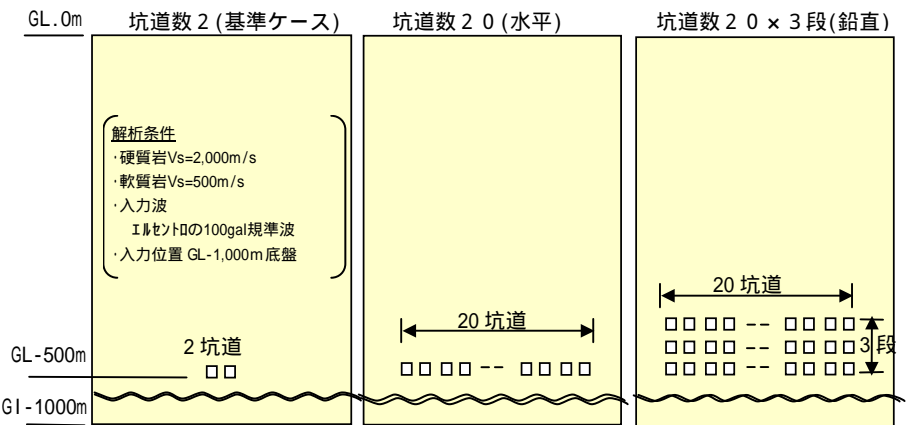


図 - 4 地下接続坑道の解析モデル図 (3 ケース)

(2) 解析結果

解析の結果、坑道を接続させたとき、硬質岩の場合は、鉛直方向へ接続させたケースの短周期領域(0.1sec以下)において、やや増幅がみられるが全体的に影響はほとんど生じない。軟質岩の場合は、鉛直多段のケースにおいて0.1~0.5secの周期帯で1.1~1.5倍程度の増幅傾向が認められる。（図 - 5）

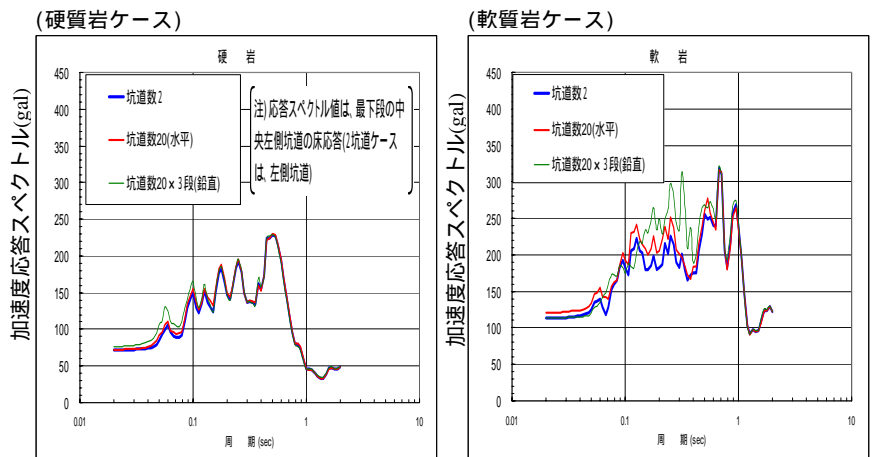


図 - 5 地下接続坑道の地震応答特性の解析結果 (硬質岩、軟質岩)

4. まとめ

地下深部の地震動は、地震規模が小さく地震波が高角入射の場合に地中/地表の応答スペクトル比がばらつく場合があるが、地表に比べ全体的に地震動が小さいことが、一部観測データからも確認できた。また、処分坑道の接続に伴う地震応答への影響は、硬質岩ではほとんど認められない。軟質岩では、地盤や接続条件等によってはやや影響する可能性もある。