

リニアックトンネルへの地震動の影響 ～その1 地震観測～

原子力研究開発機構 正会員 ○市村 隆人
 原子力研究開発機構 北見 俊幸 堀口 隆
 日建設計シビル 正会員 川満 逸雄

はじめに

J-PARC は日本原子力研究開発機構と高エネルギー加速器研究機構との共同プロジェクトとして、茨城県東海村に平成 13～20 年度にかけて第 I 期施設を建設した(図 1)。J-PARC の中で、線形加速器が設置されるリニアックトンネルは長さ 330m の開削トンネルである。このトンネルに設置した地震観測装置の観測の概要および観測結果について報告する。

1. リニアックトンネルの構造

リニアックトンネルは W7.1m×H5.5m×L330m の継目の無い直線状の開削トンネルで、加速器機器が設置される加速器トンネル、ユーティリティ用の中間トンネルの 2 段構造となっている(図 2) なお、壁厚は遮蔽のため 1.1～1.9m である。

2. 地震観測装置の概要

リニアックトンネル軸直角方向の挙動が加速器運転に影響を与える恐れがあることから、トンネル 5 断面上の床版・側壁内に鉄筋計を配置し、地震計は基盤(泥岩)1 箇所、地表面 2 箇所、トンネル南北両端に設置し、2003 年より観測を開始した。(図 3 に観測機器の配置図を示す。)

3. 観測結果

観測された地震記録の中から特徴的な地震として表 1 に示す 3 地震を選定し、リニアックトンネル躯体への影響の視点で整理した。(図 4 に各地震の震央位置を示す。)



図 1 J-PARC 鳥瞰図

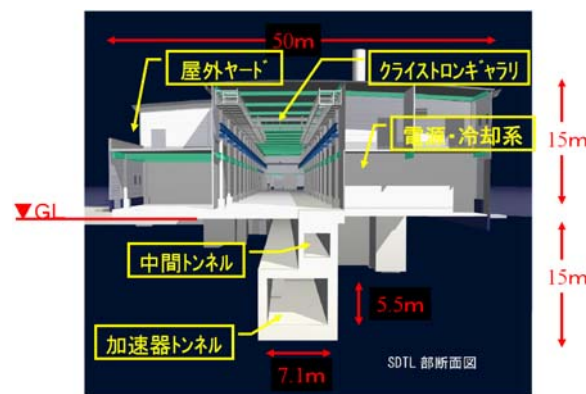


図 2 トンネル断面図

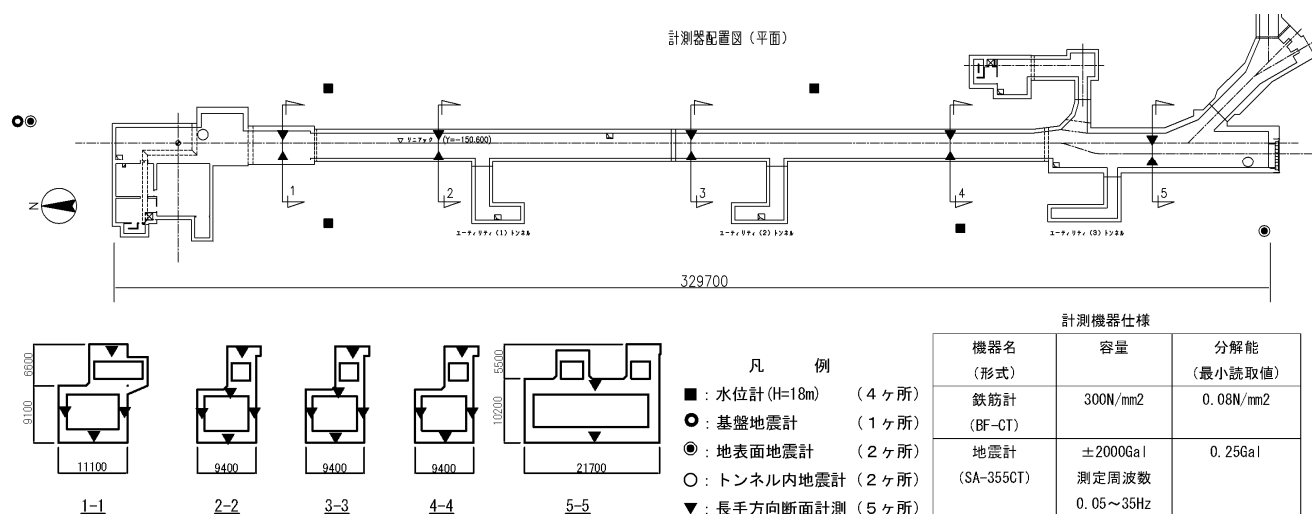


図 3 計器配置断面

キーワード リニアックトンネル, 開削トンネル, 地震観測

連絡先 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4 日本原子力研究開発機構 TEL 029-282-5890

なお、リニアックトンネルは南北方向に設置されており、トンネルに対し、①は直角方向、②は軸方向、③は直下方向にあたる。

観測例として、トンネル中央部付近の断面3においてトン

ネル側壁に設置した軸方向鉄筋の最大加速度発生時付近の鉄筋応力の時刻歴を図5左側グラフ(1)に示す。同図右側グラフ(2)には、(1)グラフの左右壁の記録波より軸方向(N)成分(L+R)/2とモーメント(M)差分(L-R)/2に変換した時刻歴である。表2に、この時刻歴の卓越周期分析結果を示す。

図5①-(1)、②-(1)の軸方向鉄筋応力は同じ傾向で、左右壁の指示値が同じ応力時刻歴を示している。図5①-(2)、②-(2)のN成分およびM成分の時刻歴を見ると、これらは、X軸に対して相似形の傾向を示し、表2に示す卓越周期も同じである。これは、軸力と曲げが同じ波長の地震動で生じていることを示している。

一方、図5③-(1)、(2)を見ると①、②地震に比べ短周期かつ時間軸に対して相似形が崩れていることから、地震動の短周期成分によって軸変形と曲げ変形にずれる部分が生じていることを示している。

基盤での観測地震動の卓越周期を調べると、地震①及び②が2～5秒であり、地震③が0.2秒であった。トンネル周辺の地盤の平均せん断波速度は約300m/sであるので、これより地震①及び②は波長が600～1500mとなり、リニアックトンネル(L=330m)より長い波長であるためこのような傾向になったと考えられる。

4. 結論

地震観測結果より、遠方からの地震はリニアックトンネルよりも長い波長であることから、リニアックトンネルは地盤と一体的に挙動し、躯体の軸力及び曲げ成分が同時に発生しているが、直下地震では、短周期かつ軸力及び曲げ成分が独立して発生していることがわかる。

表1 観測最大加速度 (Gal)

	①2005/10/19(茨城県沖)			②2008/06/14(岩手・宮城)			③2008/08/22(茨城県北部)		
	軸	直角	上下	軸	直角	上下	軸	直角	上下
基 盤	69.1	115.5	36.5	11.1	9.4	6.2	79.7	91.5	32.3
地 表 北	213.5	282.6	133.2	20.4	18.5	10.3	326.9	243.4	152.9
地 表 南	120.5	113.8	55.6	23.4	24.1	9.5	185.7	108.4	87.3
軀 体 北	49.6	101.8	73.0	10.4	10.1	6.7	51.5	65.0	52.1
軀 体 南	46.7	56.0	40.6	7.4	12.3	8.2	63.7	39.1	32.2
計測震度	4.4 (地表面北)			2.9 (地表面北)			4.6 (地表面北)		

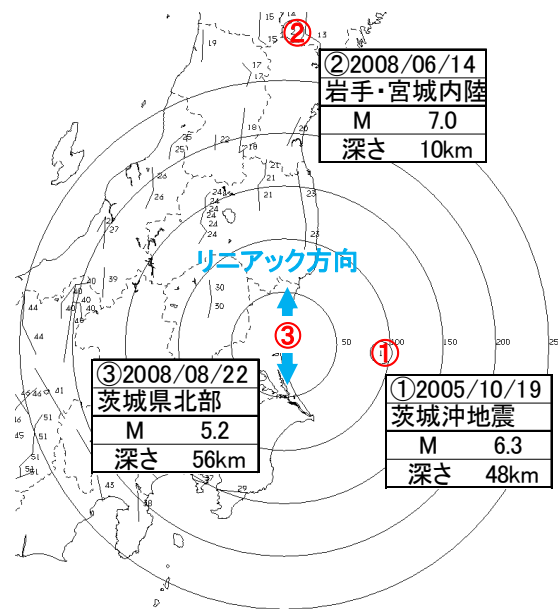


図4 地震震央位置

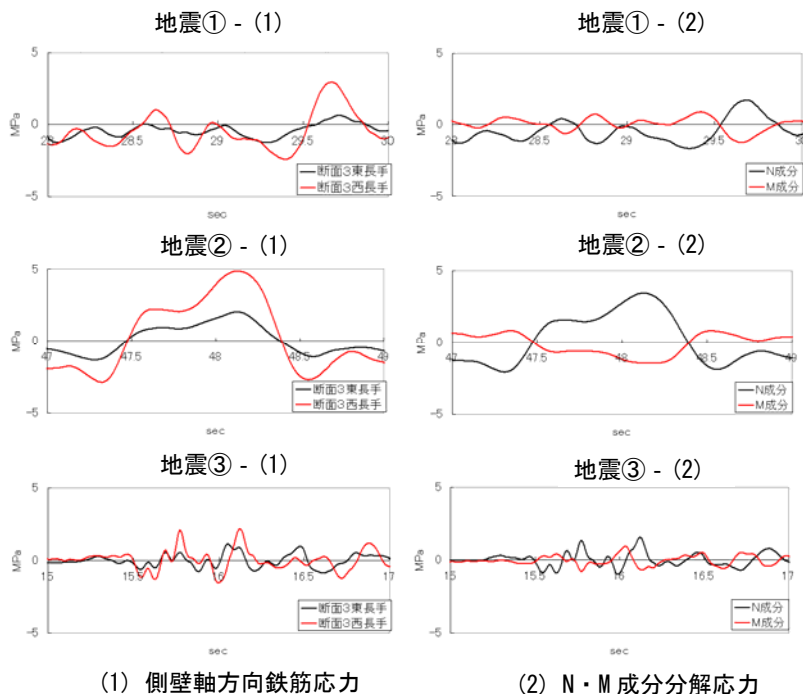


図5 軸方向鉄筋応力の時刻歴

表2 各成分の卓越周期分析結果 (sec)

	① 2008/5/8		② 2008/6/14		③ 2008/8/22	
	N成分	M成分	N成分	M成分	N成分	M成分
1次ピーク	1.75	1.75	4.08	4.08	1.41	0.40
2次ピーク	2.67	2.67	2.40	2.40	1.03	2.97
3次ピーク	0.61	0.44	3.30	3.30	2.97	1.41