

三次元数値解析による新設免震トンネルの交差既設トンネルへの影響

○学生会員 首都大学東京 馬 其万
正会員 首都大学東京 土門 剛
正会員 首都大学東京 西村和夫

1. 背景と目的

近年、大都市において、地下鉄、地下道路、共同溝、地下河川など様々な地下空間の利用が進んでいる、巨大地震時には、地下構造物は動的に相互に影響を及ぼす可能性があり、これらの構造物の地震時の安全性を評価し、防災対策を図る必要がある。

このような背景から、トンネルの免震化の研究が進められおり、トンネルが近接で建設される場合、近接個所の地震時増分断面力はかなり大きくなることがわかっている。その地震時増分断面力を低減させるために、新設トンネルに免震対策工法が採用するが、免震した新設トンネルは既設トンネルへ相当の影響を与えると考えられる。本研究では既設シールドトンネルの下方に十字交差で新設シールドトンネルを建設することを想定し、交差個所の新設シールドトンネル全周面を免震対策した場合、既設シールドトンネルへの影響に関する検討した。

2. 研究方法と解析条件

(1) 入力地震動：入力地震動は新神戸変電所の地表で得られた兵庫県南部地震の観測記録を工学的基盤に引き戻した推定波形を用いる。地震動は図-1に示すような最大加速度=383.3gal、最小加速度=-282.6gal を入力地震動である。

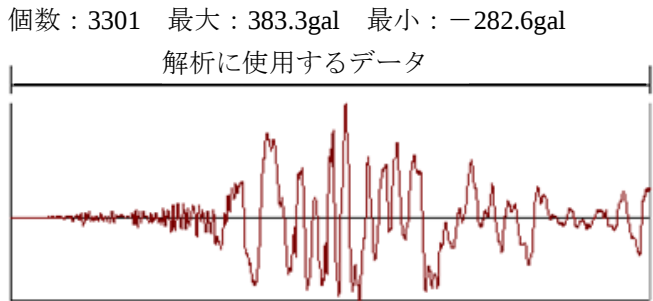


図-1 神戸水平地震度

(2) 解析モデル：地盤は、均一地盤(層厚 22m)とし、地下構造物として既設シールドトンネル(直径 6m, セグメント厚 0.3m)と新設シールドトンネル(直径 6m, セグメント厚 0.3m)を設置、免震材(厚さ 10cm)を構造物の全周面に巻いた。構造物躯体をシェル要素、地盤及び免震材をソリッド要素にモデル化した。解析概念図を図-2に示す。地盤物性と免震材物性値をそれぞれ表-1、2に示す。

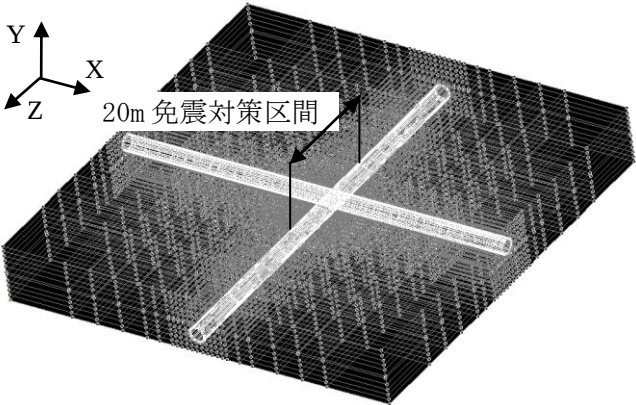


図-2 解析モデル概念図

表-1 地盤の物性値

地盤	層厚	重量密度	せん断剛性	ポアソン比	減衰定数
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		
地層	22	16.7	63362	0.45	0.1
基盤	—	20.0	183673	0.3	—

表-2 免震材の物性値

配置	全周面
材料特性	等方均質弾性体
重量密度	10(kN/m ³)
ポアソン比	0.3
せん断弾性係数	634(kN/m ²)
厚さ	10cm
減衰係数	0.1

(3) 解析ケース：本解析ケースは x 、 z 方向からの加震、また、免震層有りと免震層無しとの合計 6 ケースを実施した。解析ケースを図-3 に示す。

	Case1 既設のみ	X軸方向加震
	Case2 既設のみ	Z軸方向加震
	Case3 既設と新設(免震無し)	X軸方向加震
	Case4 既設と新設(免震無し)	Z軸方向加震
	Case5 既設と新設(免震有り)	X軸方向加震
	Case6 既設と新設(免震有り)	Z軸方向加震

図-3 解析ケース

3. 解析結果と検討

x 、 z 軸方向から加震する場合の既設トンネル中央から縦断面方向の最大断面力を図-4 に示す。

(1) x 軸方向から加震する場合：図-4 (左) に示すように、既設トンネルの下部 (図中○印) の縦断面方向の軸力は解析モデル中央 (交差位置) を頂点とした、三角形の分布を呈する。また、既設トンネル単設の場合の円周方向軸力より軸方向軸力が大きいことが分る。既設トンネルの下方に新設トンネルを近接で建設した場合 (case3) と新設トンネルに全周面免震した場合 (case5) とともに既設トンネルの軸方向、円周方向軸力ともに増加することが分る。

(2) z 軸方向から加震する場合：図-4 (右) に示す

ように、出力個所は既設トンネル下部 (図中●印) の軸力は既設トンネルの下方に新設トンネルを近接で建設した場合 (case4)、既設トンネルの軸力が増加するが、新設トンネルに全周面免震した場合 (case6)、既設トンネルの軸力は減少することは分る。

4. まとめ

本解析条件で既設シールドトンネルの下方に新設シールドトンネルを十字交差で建設された時、新設トンネルに免震層なし (case3, 4) 場合、 x 又は z 軸方向加震すると、既設トンネルの軸力が 10%~50% ぐらい増加した。新設トンネルに免震対策した場合 (case5, 6) 場合、 x 軸方向加震すると既設トンネルの軸力が 35%~70% 程度増加した。 z 軸方向加震すると既設トンネルの軸力が 40%~55% 程度減少した。上述した内容より既設シールドトンネルの下方に新設シールドトンネルを十字交差で建設した時、新設トンネルに全周面免震対策した場合、既設トンネルの軸力は軸方向 (x 軸) 加震では軸力の増加があるが、既設トンネル軸直方向 (z 軸) 加震の場合、軸力の低下の効果があると考えられた。

5. 参考文献

- 1) 土木研究所：地下構造物の免震設計に適用する免震材の開発、平成 8 年度研究成果報告書、pp258-368, 1998
- 2) 馬其万、岩楯敏広：地下構造物免震対策工法に関する解析的研究、土木学会第 64 回年次学術講演会、I-476, 2009

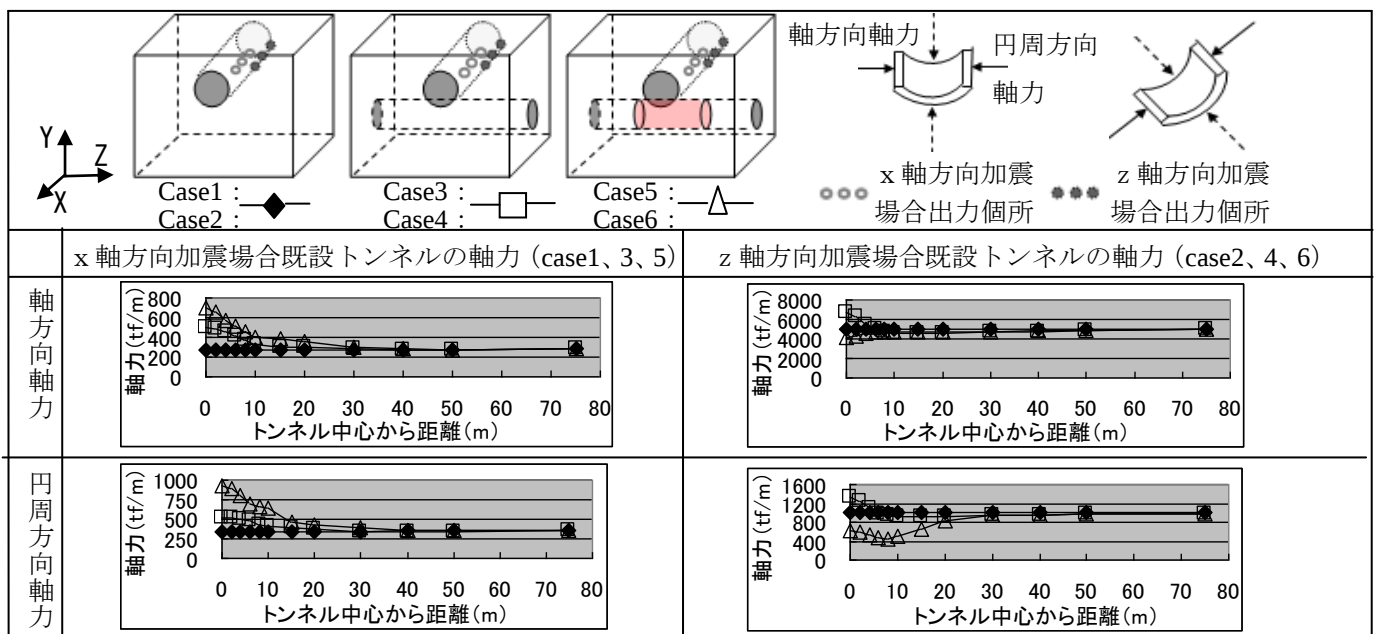


図-4 既設トンネルの軸力