

4.5 縦断方向の耐震検討

4.5.1 検討方針

解析対象は、設計対象区間である DR トンネル、入射路トンネル、出射路トンネルである。ただし、入射路トンネル、出射路トンネルと既設取出口（第2 ビームキャッチャー）、および既設取入口（第2 ビームスイッチヤード）との継手の開き量を確認するため、既設構造物についてもモデル化した。また、地盤は解析対象内でほとんど変化が見られないため、水平成層とした。

入力地震動の振動の方向は、楕円の長軸方向、楕円の短軸方向と長軸方向に対する 45 度方向、135° 方向の 4 方向とした。また、位相差入力は、位相速度を 1000m/s とし、振動方向と振動直角方向とした。（図 4.5.1 参照）。検討方針を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1 検討方針

解析対象	DR、入射路、出射路トンネル、既設構造物	
解析方法	地盤	1次元地震応答解析（SHAKE）
	構造物	3次元非線形梁ばねモデルによる時刻歴応答解析（静的解析）
振動の方向	<ul style="list-style-type: none"> 楕円の長軸方向、楕円の短軸方向 長軸方向に対する 45 度方向、135 度方向 	
位相差入力	<ul style="list-style-type: none"> 「振動方向」×「正、負」 「振動直角方向」×「正、負」の 4 ケースで位相速度は 1000m/s 	
摘要	※既設構造物の解析対象範囲は、設計対象区間の継手の応答を適切に考慮するため、隣接する継手位置までとした。	

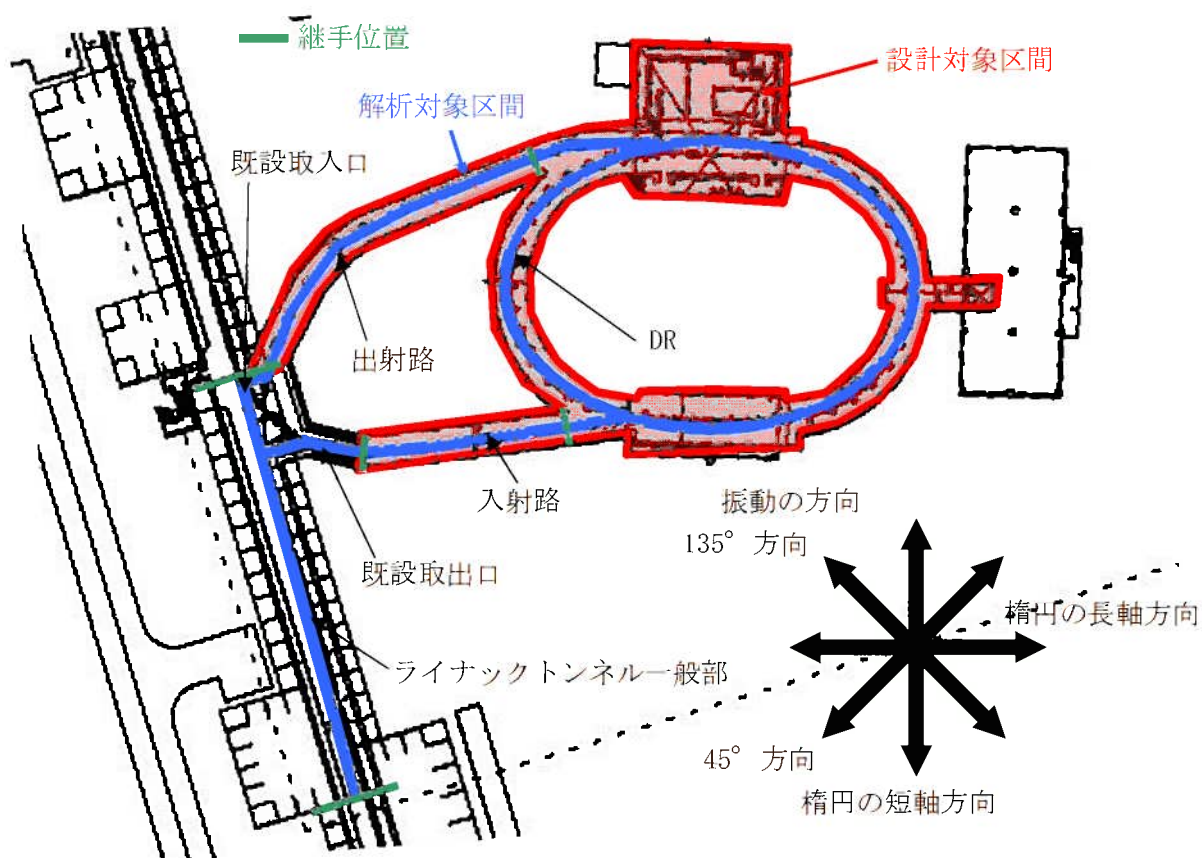


図 4.5.1 解析対象と地震波の入力

4.5.2 解析ケースおよび照査結果

(1) 解析ケース

解析ケースは、表 4.5.2 に示す 96 ケースである。

表 4.5.2 解析ケース

地震動	設計地震動	振動の方向	位相差入力
L1	L1-B-1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長軸方向 ・ 短軸方向 ・ 45° 方向 ・ 135° 方向 	振動方向 振動直角方向
	L1-B-2		
L2-T1	T1-1		
	T1-2		
L2-T2	T2-1		
	T2-2		

(2) 照査結果

1) 本体 (BOX 構造) の照査

構造物の応答解析の結果を以下に示す。結果の整理は、部材の応力度とし、位相差入力の正負の平均により行った。なお、圧縮応力度、引張応力度は、それぞれ、軸力による成分と曲げモーメントによる成分の最大値を加算した値とした。許容応力度は、以下のとおりである。

L1

圧縮応力度の照査 : $\sigma_c \leq \sigma_{ca} = 8 \times 1.5 = 12 \text{ N/mm}^2$

引張応力度の照査 : $\sigma_t \leq \sigma_b = 1.91 \text{ N/mm}^2$

せん断応力度の照査 : $\tau \leq \tau_{al} = 0.23 \text{ N/mm}^2$

L2

圧縮応力度の照査 : $\sigma_c \leq \sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

引張応力度の照査 : $\sigma_t \leq \sigma_b = 1.91 \text{ N/mm}^2$

せん断応力度の照査 : $S \leq S_c \leq P_s$

ここに、

σ_c : コンクリートの発生圧縮応力度

σ_t : コンクリートの発生引張応力度

σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度

σ_b : コンクリートの曲げ引張強度

τ : 発生せん断応力

τ_{al} : コンクリートのせん断強度 (道示IVのコンクリートのみの値)

S : 発生せん断力

S_c : コンクリートのせん断耐力 (道示V)

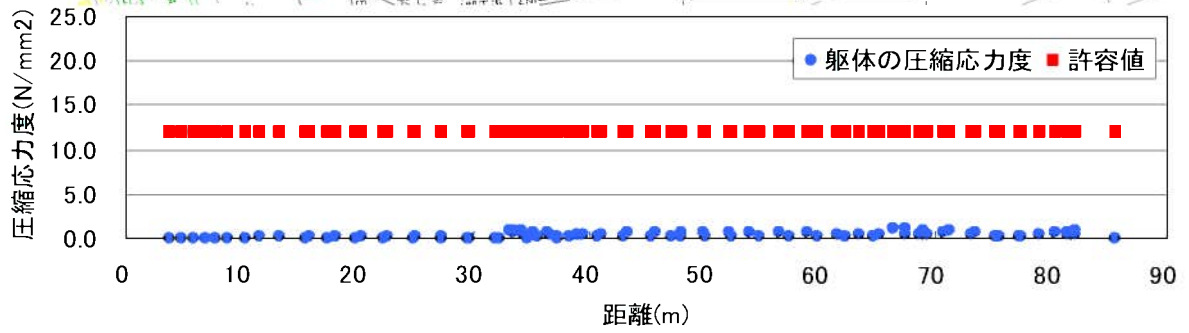
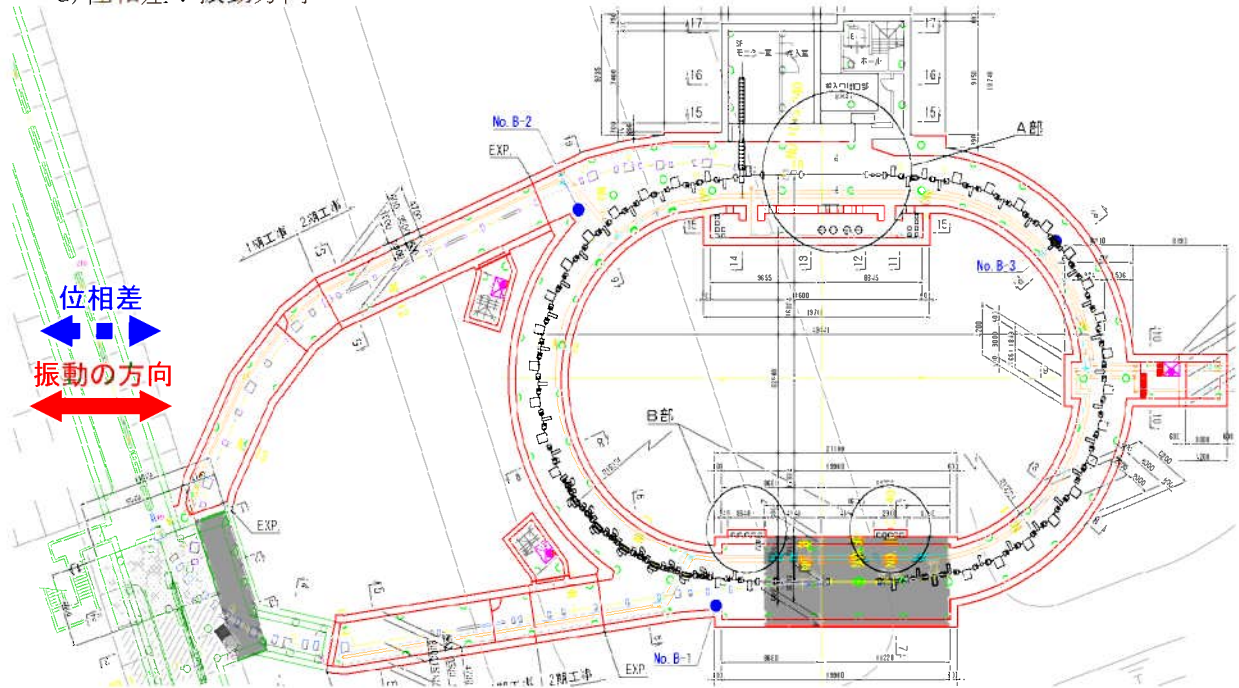
P_s : せん断耐力 (道示V)

躯体の断面力照査を行った結果、どの区間においてもコンクリートの引張・圧縮・せん断に関して、許容値以内になることが確認された。

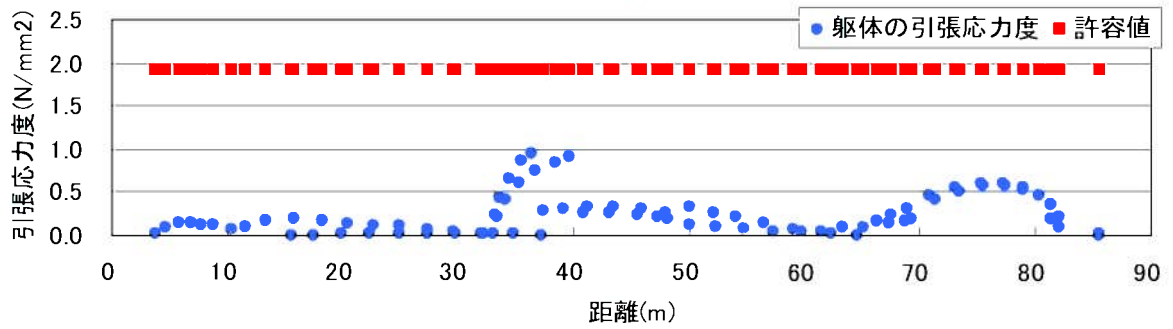
代表して、L1-B-1 (長軸方向振動) の照査結果を以下に示す。

■L1-B-1 長軸方向振動

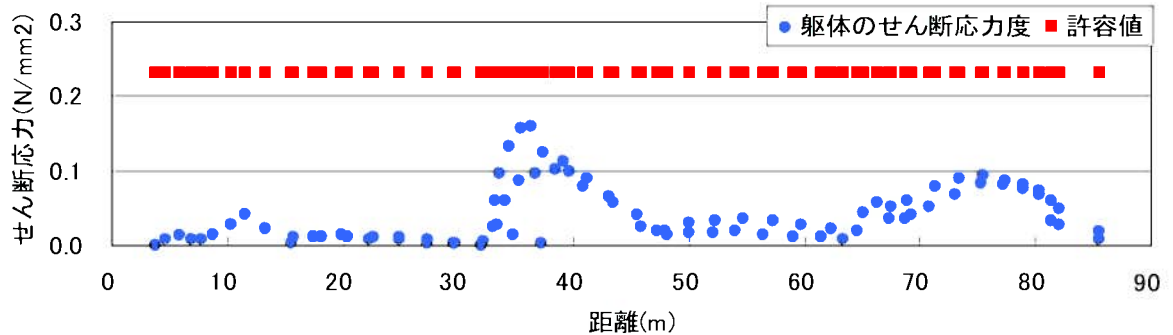
a) 位相差：振動方向



(1) 躯体の圧縮応力度



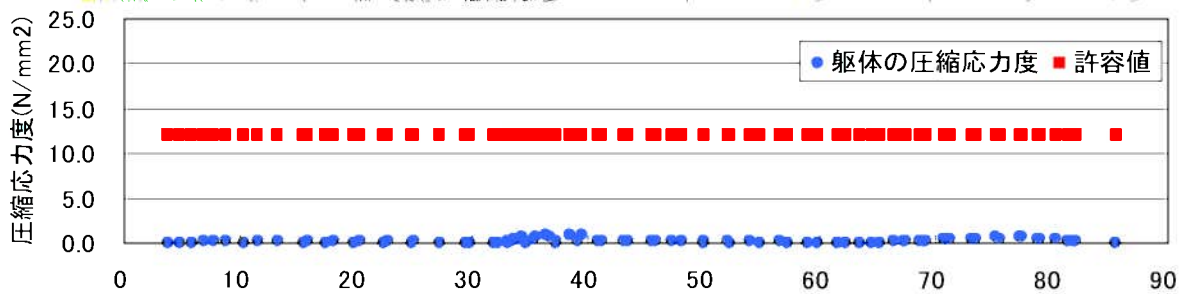
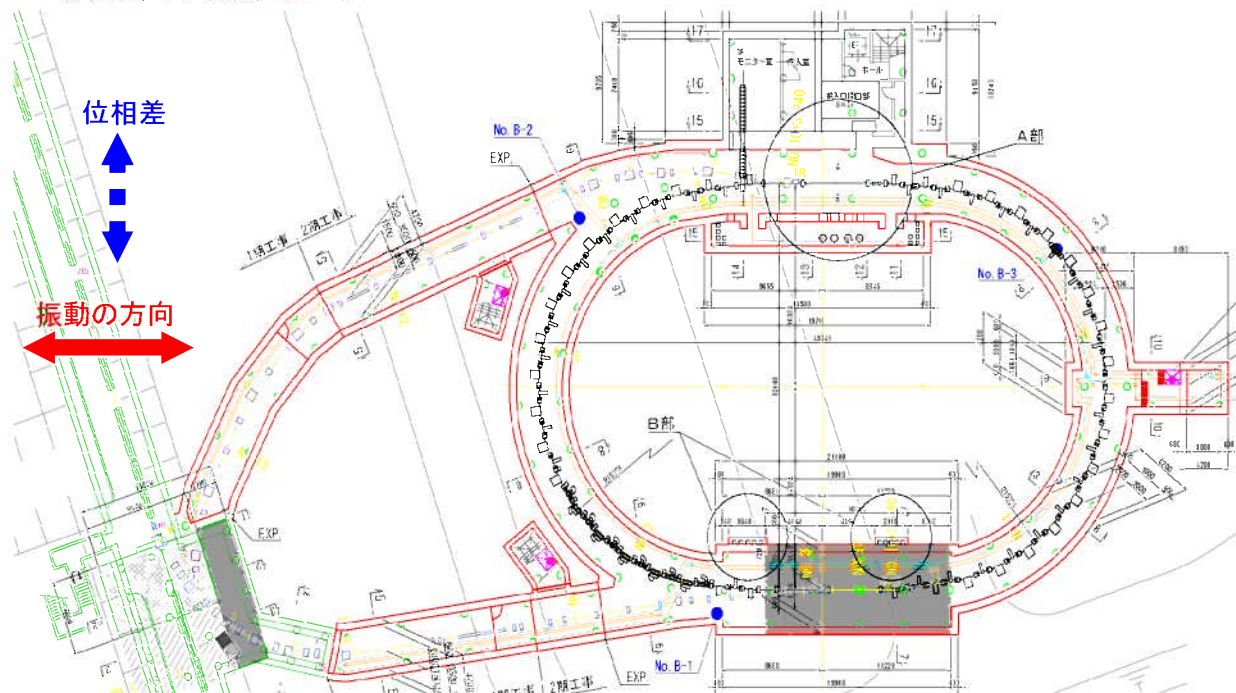
(2) 躯体の引張応力度



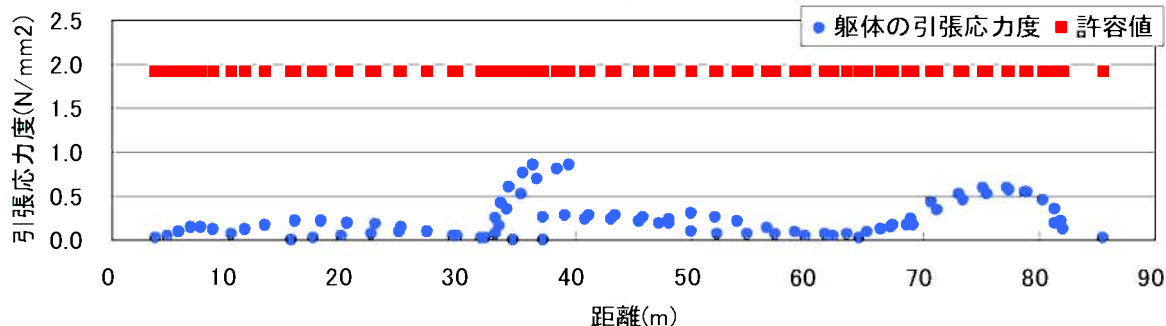
(3) 躯体のせん断応力度

図 4.5.2 躯体の断面力の照査結果 (L1-B-1 長軸方向 位相差：振動方向)

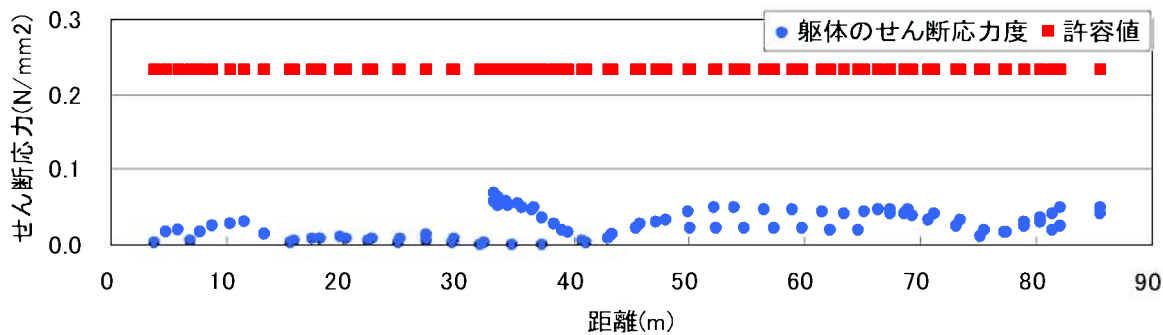
b) 位相差：振動直角方向



(1) 躯体の圧縮応力度



(2) 躯体の引張応力度



(3) 躯体のせん断応力度

図 4.5.3 躯体の断面力の照査結果 (L1-B-1 長軸方向 位相差：振動直角方向)

2) 継手開き量の照査結果

図 4.5.4 に継手位置を示す。継手の開き量とせん断ずれ量をもとに、各継手の挙動に対応可能な止水構造を選定した。

表 4.5.3 に継手開き量、せん断ずれ量を示す。

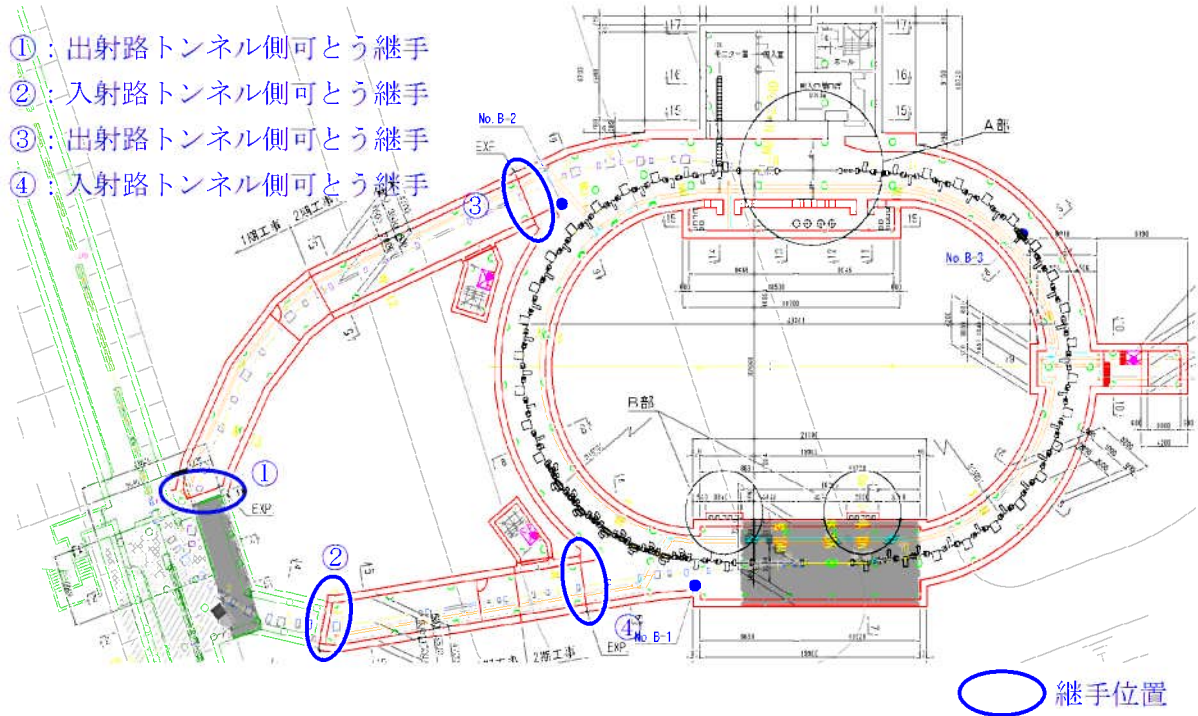


図 4.5.4 継手位置

継手の開き量とせん断ずれ量をもとに、各継手の挙動に対応可能な止水構造を選定した。

表 4.5.3 各継手の変形量と継手の種類

		継手の 開き量 (cm)	継手の せん断ずれ量 (cm)	継手の種類 (mm)
①	出射路トンネル側可とう継手	7.0	3.1	100
②	入射路トンネル側可とう継手	3.9	3.3	50
③	出射路トンネル側可とう継手	3.7	3.8	50
④	入射路トンネル側可とう継手	5.0	2.6	100