

プレキャストセグメント工法を用いた開削トンネルの耐震性の検討

国土交通省 安藤 勲
 清水建設 *) 正会員 吉田 功
 日本ピーエス **) 正会員 寺口 秀明
 日本ピーエス 前 嘉昭

1. はじめに

第二京阪道路長尾東地区改良工事では工区中央付近に位置する開削トンネル部をプレキャストセグメント工法で設計・施工を行った。本構造物は、個々の部材や要素技術については従来の手法や工法の組み合わせであるが、従来にはない構造物である。このため耐震性の検討では、応答変位法による検討に加えレベル2地震動についての動的解析を実施して安全性を確認した。本稿では、このプレキャストセグメント工法による開削トンネルの動的解析による耐震性の検討内容を報告する。

2. 検討概要

本検討は、開削トンネル部材を2次元骨組みモデルでモデル化し、基礎下端より標準地盤波形地震動（レベル2地震動）を入力した時刻歴応答解析を実施し、耐震性の検討を行うものである。

照査は、部材の曲率、ひずみ、回転角それぞれが許容値を超えないこと、せん断の照査は、応答せん断力が、せん断耐力を超えないことを条件とした。

3. 解析モデル

図-1に解析モデルを示す。初降伏モーメントを越える断面力の発生が予想される端部壁部材は非線形要素、中間壁部材とT型梁部材は線形要素とした。ただし、T型梁部材の一部は、トライアル解析の結果非線形化すると考え非線形の回転バネでモデル化を行った。各部材接合部で端部壁部材上下端は非線形バネでモデル化し、中間壁部材上下端はピンでモデル化を行った。それぞれの非線形設定を以下に示す。

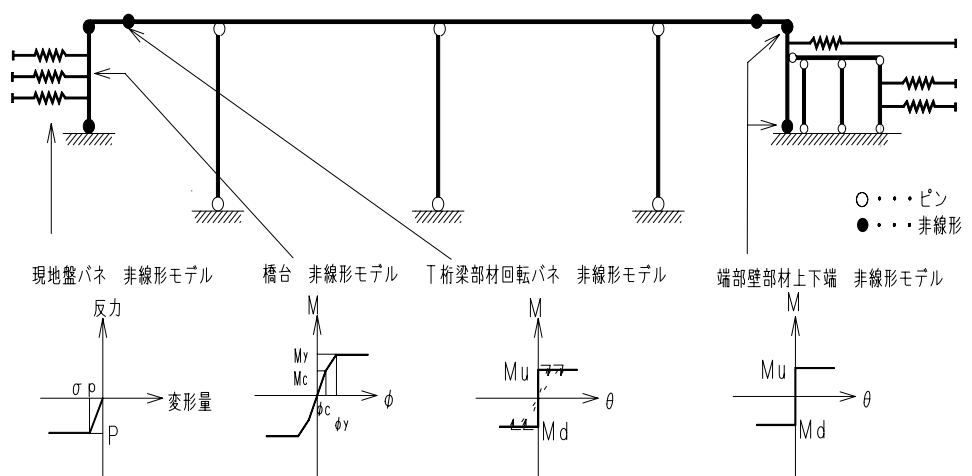


図-1 解析モデル

端部壁部材：PC構造であることを考慮して、非対称ディグレイティングトリリニア履歴モデルとした。

T型梁部回転バネ：PC構造の特性を考慮して、原点指向型の非線形履歴モデルとした。

端部壁部材上下端：PC鋼材で梁部材あるいは基礎と接合されているため、鋼材の降伏を考慮した非対称バイリニア履歴モデルとした。

壁部材背面の盛土：現地盤とみなし非線形バネでモデル化した。地盤の圧縮抵抗のみを考慮した、非対称バイリニア履歴モデルとし、解析上、引張側には微小なバネ値をセットした。

キーワード 非線形動的解析，応答曲率，応答ひずみ，応答回転角

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3シーバンスS館 清水建設(株) 土木事業本部 03-5441-0570

〒532-0003 大阪市淀川区宮原4丁目3-12 新大阪明幸ビル (株)日本ピーエス大阪支店設計部 06-6396-5015

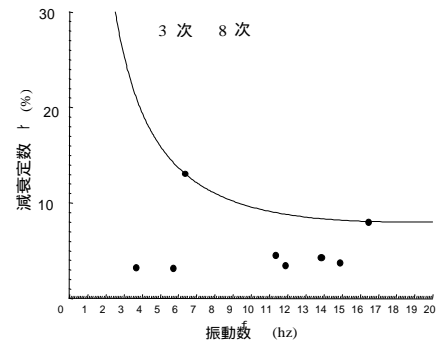
4. 解析方法

動的解析に先立ち、表-1に示す部材の減衰定数を用いて固有値解析を行った。この結果、3次と8次の振動モードを用いてレイリー減衰の係数設定を行った。図-3にモード図を示す。

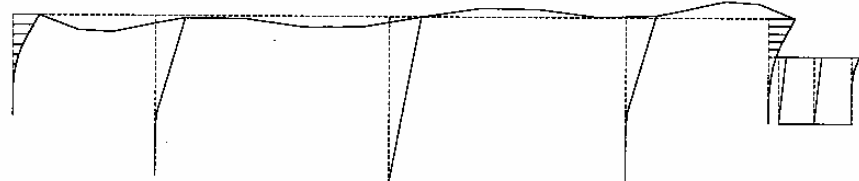
入力地震動は、「道路橋示方書 耐震設計編 平成14年3月 日本道路協会」にある1種地盤用地震波形のタイプ・各3波とした。

表 - 1 解析ケース

入力地震動	タイプ・各3波
死荷重時断面力	初期断面力は考慮しない
減衰	レイリー減衰
ひずみエネルギー算出時材料減衰係数	T型梁部材: 3%
	壁部材、共同溝: 5% (非線形のとき: 2%)
	盛土: 10%
モード解析手法	サブスペース法
数値解析手法	ニューマーク法
時間刻み	t = 0.002秒
解析時間	各入力波の観測時間 + 自由振動(10 - 20秒)



3次モード F = 6.322 Hz



8次モード F = 16.426 Hz



図 - 3 モード図

5. 解析結果

非線形動的解析の結果として、各非線形部の応答履歴曲線を図-4に示す。

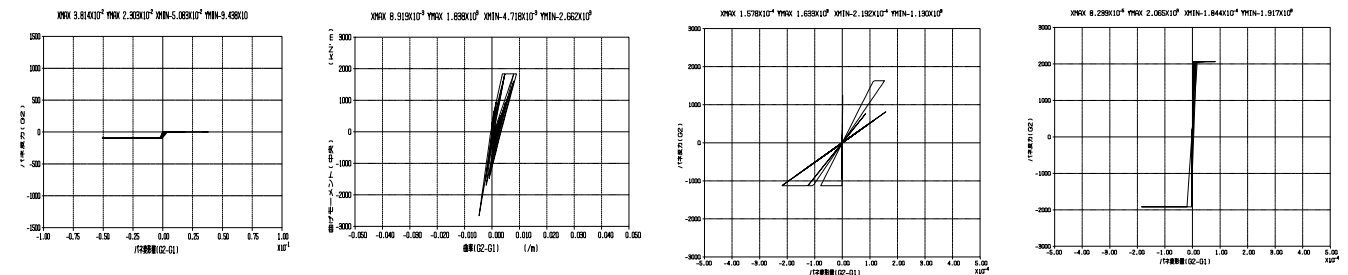


図 - 4 各部の応答履歴

次に照査結果を表-3に示す。非線形として設定した部材・接点是非線形域まで挙動を示したが、照査の結果、曲率、ひずみ、回転角、せん断とも全て許容値を満足する結果となった。

表 - 3 照査結果

4. おわりに

以上、耐震性の検討として、非線形動的解析を実施して安全性を確認した。

この検討により本構造物が、地震時に最も危険な脆性破壊を起こすことなく安全性を備えていることが検証できたと考える。

		タイプ	タイプ
最大曲率(端部壁部材)	max	1/m	0.002547
許容曲率(端部壁部材)	a	1/m	0.010818
最大ひずみ(端部壁部材上端)	max		1.35E-05
降伏ひずみ(端部壁部材上端)	y		8.00E-03
最大ひずみ(端部壁部材下端)	max		9.32E-07
降伏ひずみ(端部壁部材下端)	y		8.00E-03
最大回転角(T梁部)	max	rad	3.21E-05
許容回転角(T梁部)	a	rad	1.02E-02
最大せん断力(端部壁部材)	Smax	KN	1,280.3
せん断耐力(端部壁部材)	Su	KN	2,101.8
最大せん断力(T梁部)	Smax	KN	253.1
せん断耐力(T梁部)	Su	KN	470.4