

国鉄技研

正員 川上博道

国鉄岐阜工務局

正員 涌井 一

1. まえがき 来たるべき東海地震においては、設計震度をかなり上回る地震動が予想されている。このため静的震度法で慣用設計された構造物が大規模地震に対して有する終局的耐震性能、あるいは予想される損傷度の程度を定量的に評価することが重要となりその方法の確立が急がれる。本研究では、東海道新幹線における標準高架橋(く体)を対象としての線路直交方向の平面ラーメン構造の耐震性について検討した。耐震評価のプロセスを図-1に示す。標準高架橋は、ラーメン橋脚とスラブを一体化した鉄筋コンクリート造であり、その概略図を図-2に示す。図-1のプロセスのうち静的弾塑性解析手法の概要と柱の交番載荷試験については既に発表した⁽¹⁾。ここでは第2報として、換算弾性震度法による被害予測及びその適用精度に関する検証について報告する。

2. 換算弾性震度法の適用 ①換算弾性震度 既往の震害事例によれば標準高架橋の耐震性能を決めるのは柱の強さであることは明らかである。そこで、東海道新幹線標準高架橋(H=7m)の柱と同断面を有する柱状試験体の交番載荷試験を行い、大振幅の変形に対する復元力特性とくり返し回数に対する劣化特性を把握した。この復元力特性におけるスケルトンカーブから塑性率に対する弾塑性エネルギーの吸収量を求め、それを降伏点剛性に沿った弾性エネルギーに置換することにより、換算弾性震度を求めて塑性率に対応させる。換算弾性震度は柱の粘り特性を仮想的に弾性強度に換算したものとなる。このようにして求められた柱の換算弾性震度と塑性率の関係を図-3に

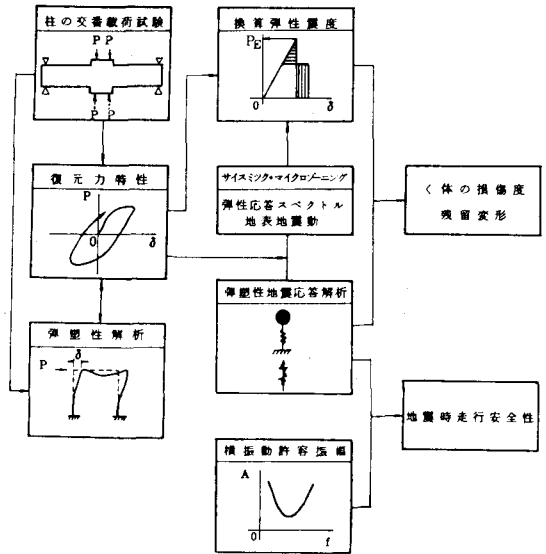


図-1 耐震評価のプロセス

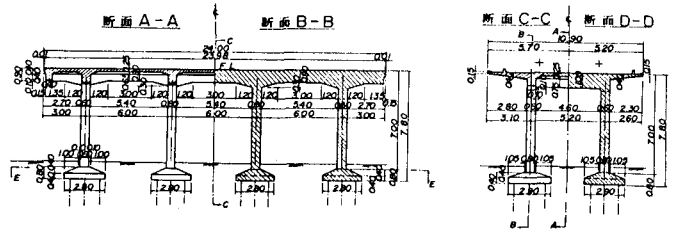


図-2 高さ7m(直線型)標準高架橋

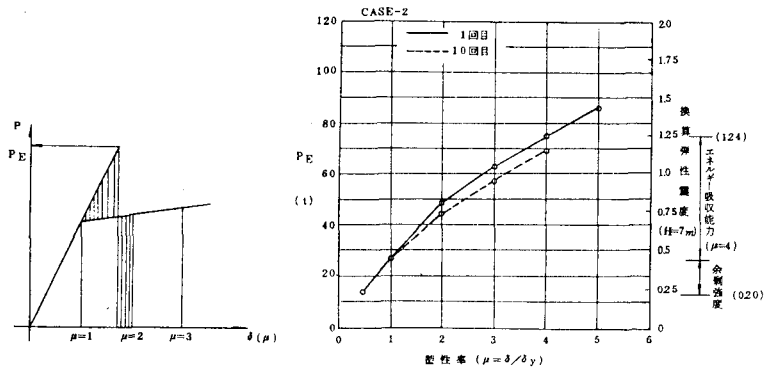


図-3 換算弾性震度

示す。図-3の結果によれば、東海道新幹線標準高架橋については塑性率を最大4までとるものとするれば終局的には最大1.2の換算弾性震度まで耐えられることになる。

②弾性応答スペクトルによる高架橋応答の推定と損傷度 サイスミック・マイクロゾーニング(地震動の詳細地域区分)⁽²⁾においては、強化地域内の新幹線沿線の地盤を17種に分類しており、地表地震動の強さと特性が推定されている。この弾性応答スペクトルを用いて強化地域内の東海道新幹線標準高架橋の地震応答を推定した。東海道新幹線の標準高架橋は、7~14mの高さを有している。弾性固有周期は高さとともに若干伸びる傾向にあるが、概算では0.31~0.37secの範囲に収まる。この0.3sec台の値は既往の起振機実験においても裏づけられている。したがってこの固有周期に対する弾性応答スペクトル値を求めるものであるが、降伏点付直で剛性が低下すること、地盤のバネ定数の関係で固有周期が伸びることなどを考慮し、弾性固有周期の約2倍に致るまでの応答スペクトル値を平均することを前提として0.3~0.6secの平均応答スペクトル値を求めることにした。なお減衰定数は5%とした。このようにして求めた平均応答スペクトルと地表加速度の関係を示したのが図-4である。図-4でHw1~Hw21は17種の地盤分類を示しており、地表加速度は基盤に入地地震波(NS)を入力して得られる地表地震波の最大加速度を示す。強化地域内にある高架橋の地盤区分と地表加速度は既にわかっており、これに

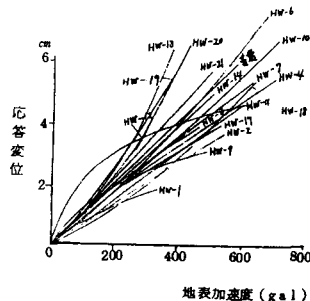


図-4 地表変位-応答変位

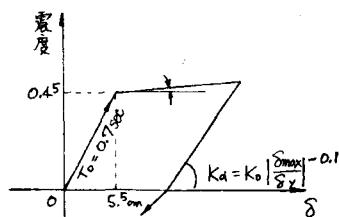


図-5 標準高架橋復元力特性

図-4を適用して標準高架橋の概略の地震応答を推定した。さらに図-3の塑性率と換算弾性震度の関係を適用することにより損傷度を推定することができる。

3. 換算弾性震度の適用

精度に関する検証 標準高架橋を1質点に簡略化し、柱の交差載荷試験から得られた復元力特性の

地盤分類	八戸 (基盤300gal入力)					塑性率
	地表加速度	応答加速度	応答速度	応答変位	塑性率	
Hw-1	240 gal	470 (470) gal	36 kine	5.9 (5.8)cm	1.1 (1.1)	1.1 (1.1)
Hw-2	390	570 (790)	44	11.5 (9.7)	2.1 (2.0)	2.1 (2.0)
Hw-3	310	550 (660)	53	8.7 (8.2)	1.6 (1.6)	1.6 (1.6)
Hw-4	550	590 (1140)	81	22.0 (14.2)	4.0 (3.6)	4.0 (3.6)
Hw-6	590	520 (850)	76	11.5 (10.4)	2.1 (2.3)	2.1 (2.3)
Hw-7	410	540 (640)	64	8.1 (7.8)	1.5 (1.5)	1.5 (1.5)
Hw-9	360	580 (760)	54	10.2 (9.3)	1.9 (1.9)	1.9 (1.9)
Hw-10	570	610 (1250)	83	23.4 (15.5)	4.3 (4.2)	4.3 (4.2)
Hw-11	460	520 (900)	59	15.4 (11.2)	2.8 (2.5)	2.8 (2.5)
Hw-12	470	550 (1150)	76	18.8 (13.9)	3.4 (3.5)	3.4 (3.5)
Hw-13	310	660 (930)	84	10.9 (11.4)	2.0 (2.6)	2.0 (2.6)
Hw-14	340	550 (640)	64	8.2 (8.0)	1.5 (1.5)	1.5 (1.5)
Hw-17	370	600 (820)	58	11.3 (10.1)	2.1 (2.2)	2.1 (2.2)
Hw-18	540	600 (1130)	72	19.3 (13.7)	3.5 (3.4)	3.5 (3.4)
Hw-19	390	590 (900)	82	12.3 (11.3)	2.2 (2.6)	2.2 (2.6)
Hw-20	370	550 (860)	77	11.9 (10.7)	2.2 (2.3)	2.2 (2.3)
Hw-21	330	570 (650)	67	8.2 (8.1)	1.5 (1.6)	1.5 (1.6)

(弾性応答加速度)

(弾性応答変位)

(弾性応答変位からの逆算塑性率)

表-1 弾塑性応答と弾性応答の比較

スケルトンカーブ(図-5)を適用してサイスミック・マイクロゾーニングにおける17種の地盤分類毎の地表地震波入力に対する弾塑性地震応答計算を行った。基盤入力加速度300gal(八戸NS)の場合の結果を表-1に示す。ここで応答加速度・変位における()内の値は降伏点剛性に沿った弾性応答値である。また塑性率における()内の値は塑性率と換算弾性震度の関係を適用し、弾性応答値から逆算した値であり、弾塑性応答値と極めて良く一致している。

4. あとがき 今回は換算弾性震度法を用いた高架橋の被害予測について報告した。また弾性域を超える構造物の復元力を伴う挙動推定には弾塑性応答計算が必要となるが、弾性応答値とスケルトンカーブから換算弾性震度法を適用して最大応答値を推定しても弾塑性応答計算に近い値が得られたことを確認した。

(1) 浦井・小林「大規模地震に対する鉄道高架橋(橋)の耐震評価(その1)」第35回土木学会年次講演概要集

(2) 阿部・浦井・中村「東海道新幹線沿線のサイスミック・マイクロゾーニング」第36回土木学会年次講演概要集