

I - B 152

水平力分散ゴム支承（LRB）を用いた鉄道橋（2径間連続H形鋼埋込桁）の設計について

J R 東海	正会員	○永尾拓洋
J R 東海コンサルタンツ	正会員	岩田秀治
大成建設	正会員	渡辺典男

1. はじめに

清正公架道橋は名古屋駅西構内に位置する、都市計画道路市道鷹羽町線上に架かる架道橋である。このたびJRセントラルタワーズ建設を契機に、名古屋市との協議により、架道橋（図－１）を改築することになり、平成7年11月に着工、現在施工中である。

当初、架道橋は、市道鷹羽町線が名古屋駅の東西を結ぶ重要幹線であるため、施工法上、片側車線の通行止めで済む２連の単純桁で設計がなされていた。しかし兵庫県南部地震以後、耐震性の向上として、落橋を確実に防止することを目的とし、また市道の全面通行止めも可能となったことから、急きょ連続桁へ変更することにした。

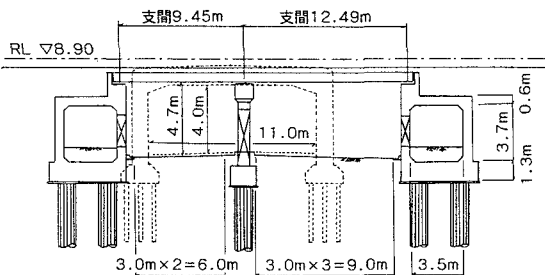


圖-1 架道橋断面圖

2. 水平力分散ゴム支承 (LRB) の採用

連続桁への変更が決定した際、下部工を構築するためのパイプルーフの圧入が始まっており、そのため下部工の大幅な変更が難しく、また片側の橋台だけで水平力を受け持つことが不可能であった。そこで当初通り、水平力を両側の橋台に受け持たせるため、水平力分散型の支承を用いることにしたが、アイソレーター、及びダンパー機能による免震効果の付加、並びに経済性等も考慮し、橋台にはLRB（鉛プラグ入り積層ゴム支承）を採用することにした。なお橋脚は、連続桁にしたことにより反力が増大するため、受け持つ水平力を抑える目的で、滑りゴム支承を採用している。

3. 動的解析によるLRBの〈自由地盤〉〈バラスト〉

効果の確認

中規模地震及び大規模地震における桁の挙動、並びにLRBを採用したことによる効果を把握するため、時刻歴応答解析法による動的解析を行った。架道橋の橋台が抗土圧構造物であるため、解析モデル

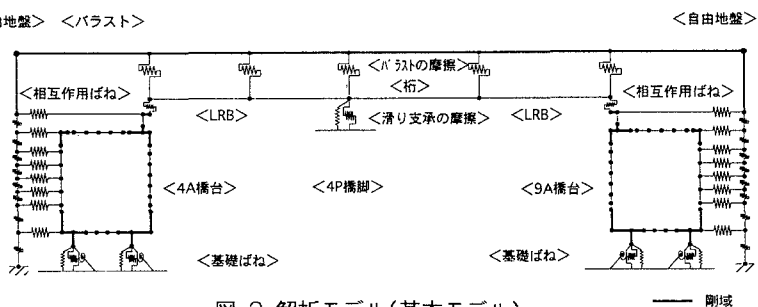


図-2 解析モデル(基本モデル)

ルは、桁一橋台一基礎系と橋台背面の自由地盤系とを相互作用バネで連結するPenzien型モデルとしている。また桁上のバラストは質点でモデル化し、桁との摩擦特性を非線形ダンパー要素でモデル化するとともに、自由地盤に剛な水平バネで連結している。(図-2)なお中規模地震には「道路標準示方書・解説 V耐震設計編(平成2年)」のⅢ地盤用標準波を、大規模地震には「鉄道総研 新設構造物の当面の耐震設計に関する参考資料(平成8年)」のG4地盤用適合波(G4A、G4B)を用いている。

(1) 基本モデルとピンモデルの比較

LRBの効果を把握するため、LRBの代わりに固定シューを使用したピンモデルと比較検討を行った。
 キーワード：鉄道橋、水平力分散ゴム支承、LRB（鉛プラグ入り積層ゴム支承）、動的解析、パラスト摩擦
 連絡先：名古屋市中村区名駅南一丁目18番24号マイビル4F NTT(052)583-6943 FAX(052)583-6949

この結果、支承に生じる最大水平反力を中規模地震で1／3～1／6程度、大規模地震で1／4～1／3程度に低減できることが判明し、その効果が確認された。（表－1）

（2）バラスト摩擦の影響

今回、基本モデルには、鉄道総研の御指導により、レールの拘束力を含めて1t/mのバラスト摩擦を考慮しているが、ここでバラスト摩擦の影響を把握するため、バラスト摩擦を無視し、バラストと桁を一体化させ、自由地盤と切り離れた摩擦無視モデルと、バラストと自由地盤を連結するバネを、剛バネから橋台背面地盤の相互作用ばね程度に剛性を低下させたバラストバネ評価モデルと比較検討した。（表－2）

摩擦無視モデルの応答は、基本モデルと比較すると、桁の応答が大きくなる傾向にあり、特に支承部の最大相対変位は、中規模地震を入力した場合で約10倍、大規模地震を入力した場合で約5倍となり、バラスト摩擦による履歴減衰により、変位が低減されることが判明した。またバラストバネ評価モデルと基本モデルを比較すると、同じく桁の応答が大きくなる傾向にあり、特に支承部の最大相対変位は、中規模地震を入力した場合で約3倍、大規模地震を入力した場合で約3.5倍になる。バラストバネ評価モデルでは、バラストバネの剛性に背面地盤程度の剛性（N値＝5）を使用しており、現実の剛性より柔らかいと考えられる。すなわち、バラストバネ評価モデルによる支承部の相対変位は、最大値を示しており、現実的には支承部相対変位は、基本モデルとバラストバネ評価モデルの中間にあると考えられる。

（3）簡易モデルとの比較

簡易モデル（図－3）と比較することにより、解析結果の妥当性を検証した。その結果（表－3）、両者の応答値はオーダー的に合っており、基本モデルの結果が妥当であること、さらに今後このような複雑な抗土圧構造物でも、LRBを採用したことによる効果を、簡易モデルにより把握することが可能であると思われる。なお基本モデルの応答は、簡易モデルに比べると、絶対加速度は大きくなり、相対変位は小さくなる。これは加速度については、基本モデルでは加速度の入力位置が橋台下面であり、入力加速度が増幅したこと、相対変位については、基本モデルでは各橋台、バラストで地震力の入力に位相差が生じ、打ち消し合ったことによるものと思われる。

4. おわりに

本架道橋はその架設工法の特徴から、支承が先付け施工しかできないため、約1年半のH形鋼埋込桁の架設期間中に、主桁の段階架設、温度変化、コンクリート打設等、様々な影響を受けることになるが、LRBの特性を発揮できるよう支承の残留変形に十分注意し、無事改築工事を終了できるよう鋭意努力していく所存である。最後に本架道橋へのLRBの採用にあたり御助言・御協力を頂いた、鉄道総研市川篤司主幹技師、日本鉄道建設公団保坂鐵矢総括補佐、北武コンサルタント渡辺忠朋常務並びにオイレス工業の皆様、紙面を借りて深く感謝を申し上げます。

表-1 動的解析結果(ピンモデルとの比較)

桁の応答値		基本モデル			ピンモデル		
		中規模	大規模G4A	大規模G4B	中規模	大規模G4A	大規模G4B
支承部相対変位 (cm)	東京方橋台	0.2	3.3	3.1	—	—	—
	神戸方橋台	0.2	2.8	2.1	—	—	—
水平反力 (tf)	東京方橋台	3.4	8.6	8.3	18.8	26.2	32.4
	神戸方橋台	3.4	7.8	6.8	10.8	22.6	23.3

表-2 動的解析結果(バラスト摩擦の影響)

桁の応答値		基本モデル		摩擦無視モデル		バラストバネ評価モデル	
		中規模	大規模G4A	中規模	大規模G4A	中規模	大規模G4A
支承部相対変位 (cm)	東京方橋台	0.2	3.3	2.1	16.2	0.6	11.7
	神戸方橋台	0.2	2.8	2.0	15.1	0.5	10.1
水平反力 (tf)	東京方橋台	3.4	8.6	8.5	26.1	5.2	20.5
	神戸方橋台	3.4	7.8	8.4	24.5	4.9	19.1
絶対加速度 (gal)	中間橋脚	229	928	253	974	249	951
	東京方橋台	246	1362	382	1571	303	1639
	神戸方橋台	262	985	325	957	241	962

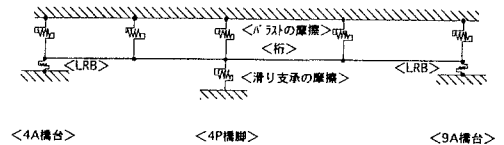


図-3 解析モデル(簡易モデル)

表-3 動的解析結果(簡易モデルとの比較)

桁の応答値		基本モデル		簡易モデル	
		中規模	大規模G4A	中規模	大規模G4A
支承部相対変位 (cm)	東京方橋台	0.2	3.3	0.2	5.0
	神戸方橋台	0.2	2.8	0.2	5.0
水平反力 (tf)	東京方橋台	3.4	8.6	2.5	11.0
	神戸方橋台	3.4	7.8	2.5	11.0
絶対加速度 (gal)	中間橋脚	229	928	140	758
	東京方橋台	246	1362	140	743
	神戸方橋台	262	985	140	743