

ハイブリッド地震応答解析実験による復元力特性等の検証

J R 東海建設 (正 会 員) 岩田 秀治
 京都大学 (フェロー) 家村 浩和
 J R 東海 (正 会 員) 松野 篤二
 J R 東海 (正 会 員) 鈴木 一真

1. はじめに

旧東静岡貨物駅跡地とその周辺地区を含む東静岡地区の整備に伴い、現在、東静岡駅(仮称)と南北自由通路橋を建設している。

当該自由通路橋(図-1)は、落橋を確実に防止することと、桁上に上屋等を構築することを考慮し、4径間連続橋とした。この連続化にあわせて、柔らかく支持する免震支承(高減衰積層ゴム支承:HDR)を採用し、構造全体系の固有周期を2倍以上に長周期化し、免震効果を期待する設計を行った。

また、本橋梁の平面形状が凹型でいびつであることから、地震時の慣性力の方向性を考慮して、特定方向を固定とせず全方向対応型とすることとし、円形の免震支承を採用し、落橋防止装置もそれに対応させた。

当該橋梁のように、免震支承(全方向対応型)採用の橋梁で、桁上部に構築物(上屋等)がある特殊構造橋梁は、世界でも例がない。

J R 東海としても初めて適用する免震支承の力学メカニズムの基礎的な確証等を含め、十分な安全性の検証が必要となる。そこで、免震支承のハイブリッド地震応答解析実験(x-y方向同時入力:土木関係では日本初)により、復元力特性の検証、橋梁全体を立体骨組モデルによる地震応答解析(以下、立体動的解析と呼ぶ)との比較及び、地震時の安全性の判定を行った。

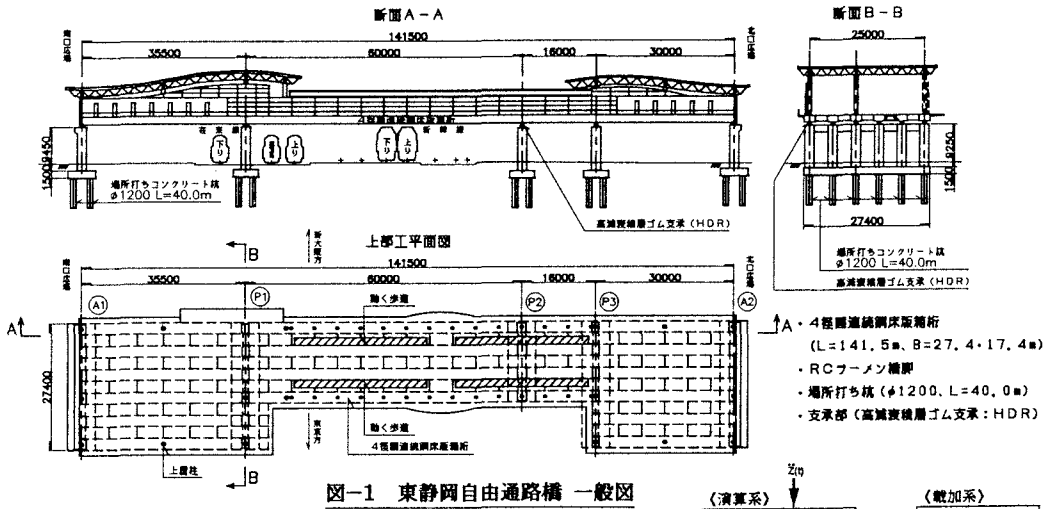


図-1 東静岡自由通路橋 一般図

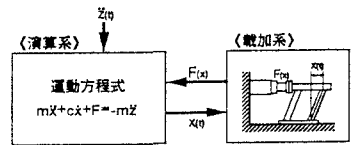


図-2 ハイブリッド実験の概念

2. 実験方法

(1) 「ハイブリッド地震応答解析実験」とは

ハイブリッド地震応答解析実験とは、数学的モデル化が困難な力学的特性を有する部材について、加力実験を実施することでその特性を検出し、オンラインでコンピュータにて地震応答解析を行うことであり(図-2)、振動台実験が不可能な実物大またはそれに近い大規模構造物について、解析計算と加力実験を組み合わせることにより地震時の構造物全体の弾塑性挙動が把握でき、現在最も実構造物に近い地震応答を再現できる手法として期待できる。

(2) 実験方法

振動モデルは実験対象構造物に対して、図-3のような串団子型の3層スウェーロッキングモデル(4質点・5自由度)に置換した。現在まで行われているハイブリッド実験でも、このような多質点モデルの実験は類を見ない。

供試体は、免震支承(高減衰積層ゴム支承:HDR)を用い、実物大と1/2モデルを作成し実験を行った。

なお、実験装置・状況は写真-1に示す



図-3 振動モデル

(3) 入力地震波

鉄道総研適合波(G3A・G3B)、道路橋示方書<平成8年12月>(Ⅲ種地盤用、タイプⅠ・Ⅱ)を入力した。入力方法は、1方向入力及び、2方向(x-y)同時入力を各々行い、その特性の検証を行った。

3. 実験結果

(1) 復元力特性の検証

実験結果の一部を図-4、5に示す。

(7) 等価剛性

変形の小さい領域(せん断歪150%以下)では、想定したバイリニアモデル値より小さくなった。

(4) 等価減衰定数

想定したバイリニアモデル値より小さく、変位が大きくなるに従い15~10%程度に減少する傾向であった。

(4) 最大応答変位

せん断歪150%程度では事前解析値より、0.9~1.8倍になり、150%以上ではほぼ同値となった。

(1) 1方向入力との2方向入力との結果比較

2方向入力は、履歴曲線において最大変位時に丸みを帯びた履歴(図-4:O印)が生じる。また傾向としては、今回の入力地震波による各々の応答変位時の比較において、せん断歪み150%以下では0.8~1.1倍、150%以上ではほぼ同等となり、2方向入力による最大応答変位は、それぞれ1方向の最大応答変位に比べ10%程度の増減をもって推移した。

(2) 立体動的解析との比較

立体動的解析との比較においても、入力波の特性に応じて、応答値にバラツキがあるものの、解析モデルの相違等を考慮すると相関性があり、整合性がとれる結果となった。

4. あとがき

本実験の前段として行っている動的・静的特性性能及び、限界性能試験(ハードニング・破壊状態の確認)の結果も踏まえ、地震時の免震支承を含み、当該橋梁の安全性は確保されていると判定できる。



写真-1 ハイブリッド地震応答解析実験 実験装置・状況

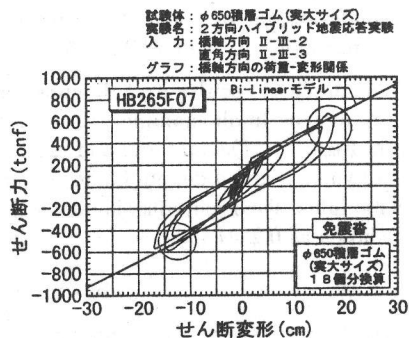


図-4 荷重-変位曲線(履歴曲線)

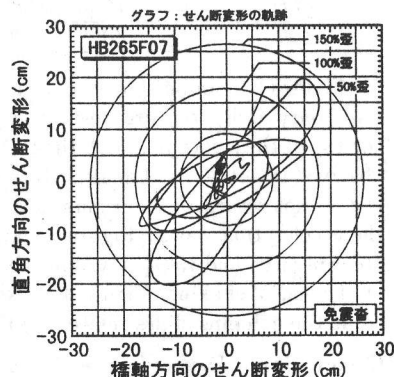


図-5 応答変位 平面履歴図