

建設コスト削減と耐震性を考慮した新構造形式（免震2主版桁構造）の検討

大成建設	正会員	○細谷 学
大成建設	正会員	今井 義明
日本道路公団	正会員	宇佐美 惣
高速道路技術センター	正会員	福永 靖雄

1. はじめに

昨今のわが国の厳しい財政状況の中、公共事業費は大幅なコスト削減を求められている。橋梁においても、初期建設コストだけでなく維持管理コストも含めたトータルコストをいかに安くできるかということが課題になっており、上部工だけでなく、基礎工および下部工まで含めた全体工費の削減が必要である。このような状況の中、筆者らは構造の合理性やコスト削減を追求した新しい構造形式について検討したので報告する。

2. 橋梁概要

写真-1 に本構造の模型写真を、図-1 に構造一般図を示す。本構造は、支持地盤より鋼管杭を立ち上げてそのまま橋脚とし、橋脚（鋼管杭）と橋軸方向に RC 構造となる2主版桁（橋軸直角方向には PRC 構造）を剛結したもので、地盤面より上では鋼管杭同士を橋軸方向および橋軸直角方向のブレス材で結合させた構造である。本構造の特徴は、①橋軸方向の L2 レベルの大規模地震に対して、橋梁全体を積極的に柔軟な構造に変化させて免震化を図ること（図-2）、②基礎および橋脚を鋼管、ブレス材を L 形鋼、主桁を RC 構造とした簡素な構造にすることにより建設コスト低減および工期短縮を実現できることである。



写真-1 模型写真

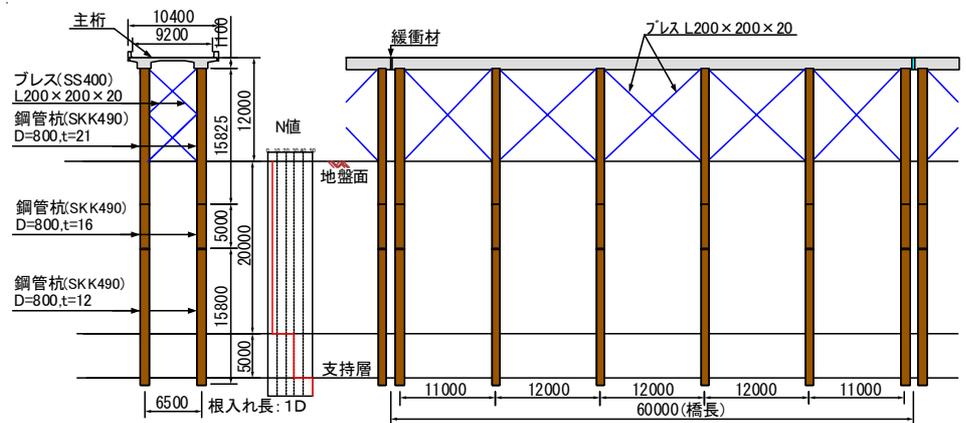


図-1 構造一般図

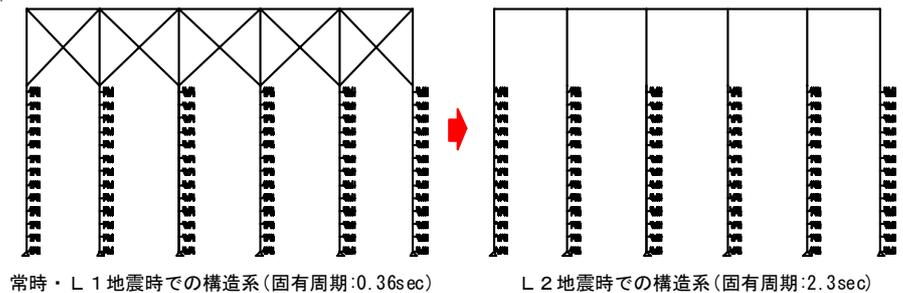


図-2 積極的な構造系の変化

構造系を変化させるために、ブレス材と鋼管の結合部はピン結合とし、ブレス材に一定以上の軸力が作用するとピンが損傷してブレス材が機能しなくなる構造を考えている。L2 地震が生じたときにピンが損傷してブレス材が機能しなくなり、橋梁全体が長周期化することによって地震時慣性力が低減されることとなる。

3. 橋梁諸元

本構造は、従来であれば多径間の高架橋が連続して建設されるような場合に適用することを考えている。上述した構造特性を確認するために、以下のような設計条件を設定し試設計を行った。試設計の結果が図-1 である。

- ① 主桁の断面構成は、日本道路公団で採用されている2車線とする。
- ② 計画地盤からの路面高さは12mとする。

キーワード コスト削減、免震構造、耐震設計、複合構造

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株）土木設計部橋梁技術設計室 TEL03-5381-5297

③ 地盤条件はⅡ種地盤とし、支持地盤は計画地盤面より25m下方にあるものとする。

本検討では、床版をRC構造（橋軸方向）とするために、床版支間は12mを標準とし5径間（L=60m）を1ユニットとした。各部材は、常時およびL1地震に対しては静的解析を、L2地震（橋軸方向）に対しては後述する動的解析を実施して部材の諸元を決定した。なお、全てのブレス材が損傷した場合に構造的に不安定になるのを防ぐために橋軸直角方向のブレス材は損傷させていない。

4. 動的解析モデル

動的解析モデルを図-3に示す。上部構造とブレス材は「弾性はり要素」、鋼管はコンクリートを充填しない鋼管のM-φ関係を考慮した「非線形はり要素」、地盤バネは地盤反力度の上限値を設定した「バネ要素」、ブレス材と鋼管の結合部は「バネ要素」とし、図-4のように一定以上の軸力が生じると軸力を伝達しない変位特性を設定した。Nmax, Nminとして、L1地震時の1.5倍かつ座屈が生じない値を設定した。

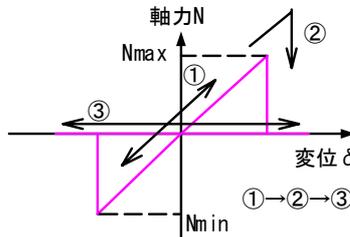


図-4 ブレス材-鋼管結合部の変位

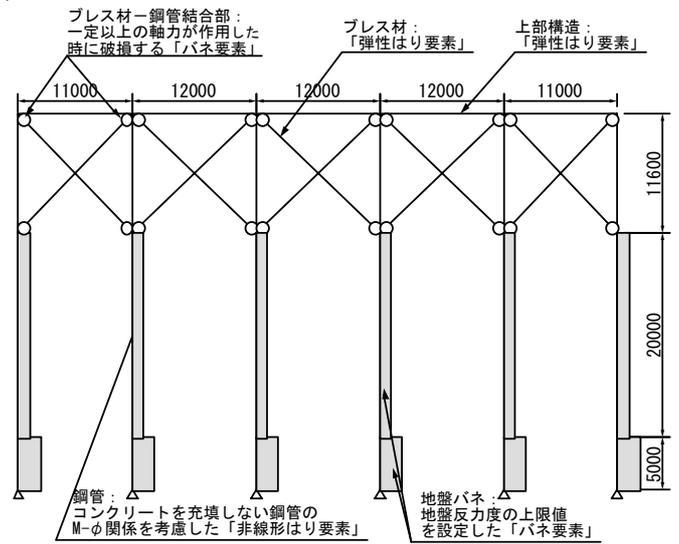
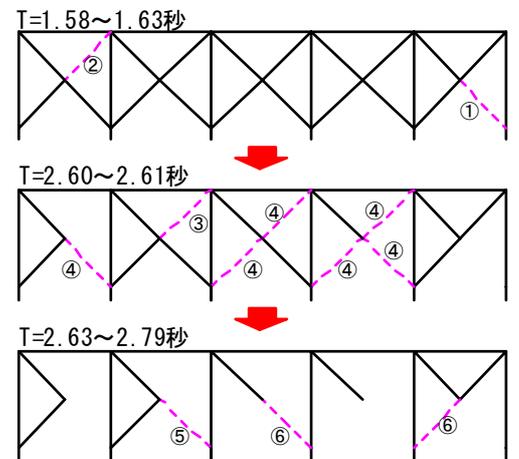


図-3 動的解析のモデル図



※図中の数字はブレス格点部が損傷する順序を示す

図-5 ブレス格点部の損傷状況（地震波Ⅱ-Ⅱ-2）

5. 動的解析結果

図-5に、道示Vに示されているⅡ-Ⅱ-2地震動におけるブレス格点部の損傷状況を示す。まず両端のブレス材から損傷し始め、構造系が次第に変化していく。そして、地震発生から3秒以内に構造部材としての機能が完全に失われている。図-6は鋼管杭に生じる最大応答曲げモーメントを応答値の大きいタイプⅡについて示したものである。本解析では、鋼管杭は脚頭部および地盤から約5m地中に入った部分で降伏しているがそれ以外は健全である。降伏している部分は鋼管の肉厚を増加させることで十分対応可能である。表-1は地震による移動量を示しているが、残留変位は許容値を十分満足している。ただし、最大応答変位はタイプⅡの場合で308mmと大きいため、隣接橋梁との衝突に対して緩衝材を設置するなどの措置が必要と考えている。なお、上部構造はタイプⅠ、タイプⅡのいずれの場合も降伏しないことを確認している。

表-1 L2地震時の変位

	上部工位置での最大応答変位 (mm)	上部工位置での残留変位 (mm)	上部工位置での許容残留変位 (mm)
タイプⅠ地震動	107	10(2)	116
タイプⅡ地震動	308	76(56)	

※残留変位は道示V式(6.4.9)より算出した ()内は動的解析から直接求まる値を示す

6. おわりに

本検討より免震2主版桁構造が構造的に十分成立し、実用可能であることが確認できた。本構造は、従来の設計（PRC2主版桁橋）に比べて上下部全体で約20%のコスト縮減が可能と考えている。今後、①結合部の詳細な構造、②隣接橋梁間の構造、③多径間化、④支間長が30m程度の構造、⑤簡素化した橋台構造などについてさらなる検討を継続していく予定である。

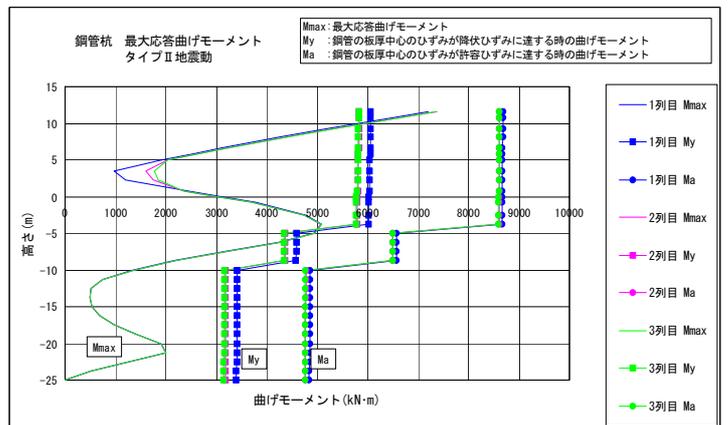


図-6 鋼管杭に生じる最大応答曲げモーメント