耐震性能向上を目的とした仮橋脚構造の検討

東日本旅客鉄道株式会社　フロンティアサービス研究所　正会員　○山下　洋平
東日本旅客鉄道株式会社　フロンティアサービス研究所　フェロー会員　小林　薫

１．はじめに

仮橋脚は，工事桁工法や横取り架設工法など建設現場で広く使われている．仮橋脚を含む仮設構造物の設計について，鉄道構造物の事例では，仮設構造物における耐震設計は中規模地震（L1 地震動）に対して弾性域で安全な設計かつ，大規模地震（L2 地震動）では，所要降伏震度K_{hy}の 1/2 に対して構造物が崩壊しないとする要求性能を満足することを定めている場合がある．また，道路橋においても，設計施工指針[2)]より設計水平震度K_hの 1/2 とする場合が多い．

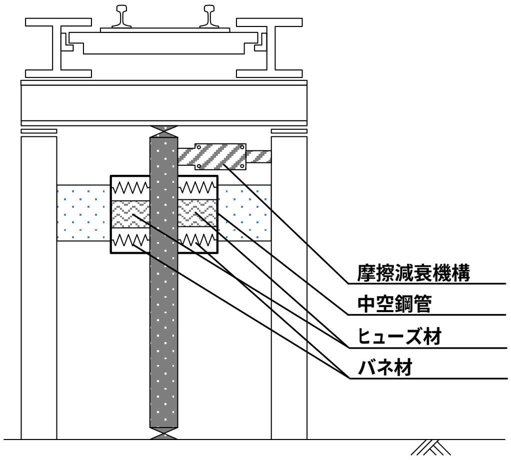
しかし近年では，熊本地震のような設計を超えた大規模な地震動が発生する可能性があることから，設計以上の地震動に対し，崩壊防止の観点から仮橋脚の耐震構造の検討を行い，基礎的な実験を行ったので報告する．

２．提案する仮橋脚構造の概要

図－1 に仮橋脚の耐震性能向上を目的とした構造の略図を示す．提案する仮橋脚構造の特徴は,ヒューズ機構を有し一定以上の水平力が作用した場合，ヒューズ材が脆性的に壊れ，バネ材の復元力が作用することでヒューズ機構が作動する．これにより，バネ-マス系の振動系に移行させることができ，固有振動数を制御することができる．また，長周期化することで地震動による応答を軽減することも可能である．この機構を成立させるためには，仮橋脚の横梁が，可動である必要がある．

ヒューズ材は，中規模地震（L1 地震動）時には，壊れず水平力を伝達し，大規模地震（L2 地震動）時には脆性的な崩壊が求められることから，モルタルなどが適切である．

バネ材は質量に応じたバネ定数を設定することで構造物の周期をコントロールすることが可能となる．ただし，長周期化することで応答変位が過大となる場合もあることから，応答変位を制御する目的で応答変位を低減させる摩擦減衰機構を設けた．

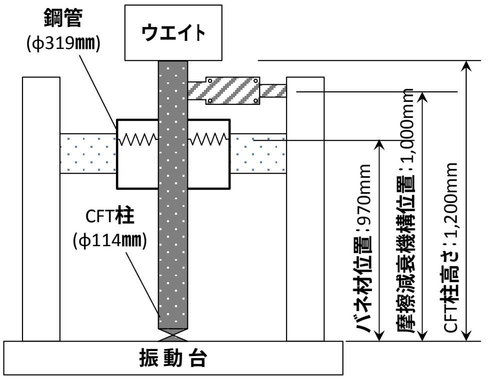


図－1　提案する仮橋脚概要

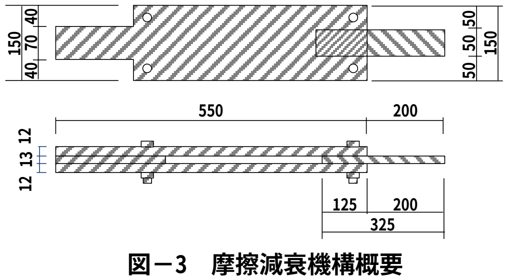
３．試験体概要

試験体を**図－2**，**写真-1** に示す．CFT 柱は，φ114.3mm(厚さ 6.0mm)の鋼管柱に圧縮強度 60N/mm2 のモルタルを充填して製作し，下端を加振方向に対してピン結合とした．中空鋼管はφ318.5mm(厚さ 6.0mm)を用い，治具にて固定した．バネ材は CFT 柱と中空鋼管間のあき 96.1mm の長さとし，バネ定数 40N/mm のものを配置した．

摩擦減衰機構として，図－3 のような鋼板を鋼板で挟み鋼板同士の摩擦を利用した摩擦減衰機構を設置した．また，鋼板同士の摩擦面積は 62.5cm2(12.5cm×5.0cm)とし，鋼板を締結するボルトのトルク値は 50N・m とした．



図－2　試験体概要



図－3　摩擦減衰機構概要

４．試験結果の概要

今回は，大規模地震（L2 地震動）発生後の挙動を確認するため，ヒューズ材崩壊後を前提として動的交番載荷を実施した．

Keyword：仮橋脚，耐震設計，長周期化
連絡先:〒331-8531　埼玉県さいたま市北区日進町２丁目 479 番地　JR 東日本研究開発センター　TEL048-651-2552

写真－1　試験状況写真

各実験結果を下記に示す．

・インパクト加振を行った結果として，振動数と加速度FFT振幅の関係を**図－4** に示す．摩擦減衰機構のないもの(バネ-マス系)では，振動数 0.57Hz が卓越していることから，固有振動数が 0.57Hz であった．一方，摩擦減衰機構があるもの(バネ-マス-摩擦減衰系)では，固有振動数が 10.0Hz であり固有振動数が上がる結果となった．

・Sin波加振(バネ-マス系：振幅10gal，バネ-マス-摩擦減衰系：振幅100gal)を行った場合の共振曲線を**図－5** に示す．バネ-マス系では，加振周波数0.57Hzの時，応答倍率14.7倍となっており共振曲線は鋭敏に立ち上がっている．そのことから，減衰が小さいと推測された．一方で，バネ-マス-摩擦減衰系では，加振周波数 8.0Hz の時，応答倍率が 2 倍であり共振曲線が鈍感に立ち上がっている．そのため，減衰がやや大きいと推測することができた．

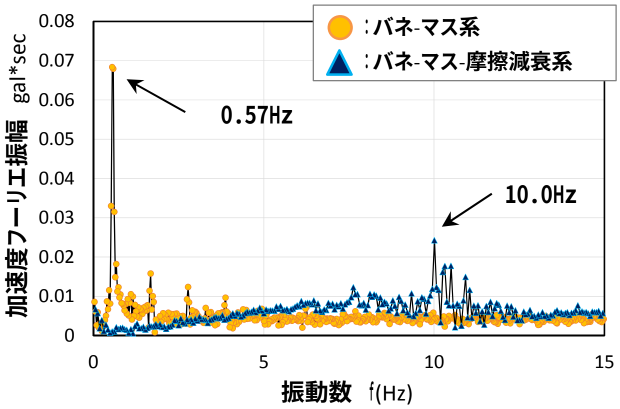
・G3 波形 [1]を強制加振した時のバネ-マス系とバネ-マス-摩擦減衰系の時刻歴応答加速度を**図－6**，応答変位を**図－7** に示す．バネ-マス系においては，載荷が終了した後，緩やかに加速度と応答変位が減衰した一方で，摩擦減衰機構があるものは載荷終了後，すぐに振動が減衰し静止した．これにより，摩擦減衰機構により十分な振動減衰効果があることを確認した．

5．まとめ

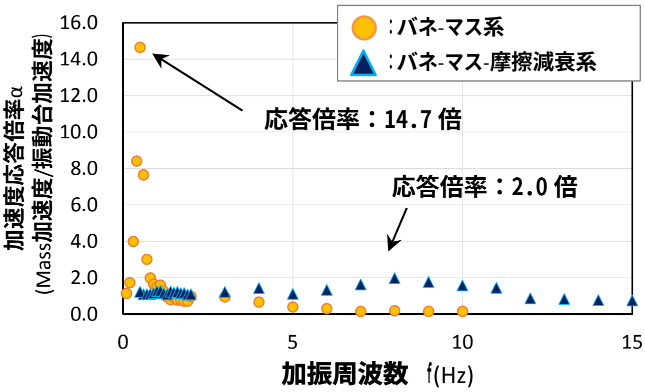
・耐震性能向上を目的とした仮橋脚構造の検討として挙動確認試験を実施した．

・大規模な地震動発生してヒューズ材崩壊後の応答変位と応答加速度の増加に対して，摩擦減衰機構による応答変位と応答加速度の抑制効果を確認することができた．

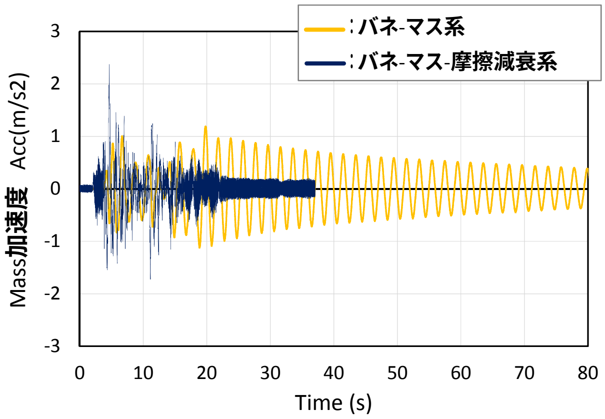
・共振曲線より摩擦減衰機構を有することで，振動の減衰が大きくなることが分かった．これらにより，提案する機構の妥当性を確認することができた．



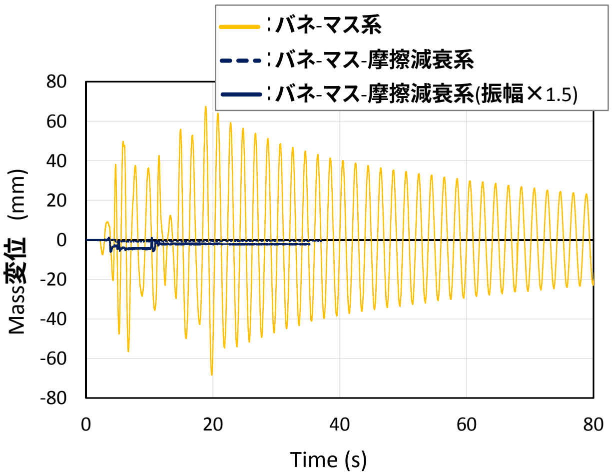
図－4　インパクト加振 FFT



図－5　Sin 波加振(共振曲線)



図－6　時刻歴応答加速度



図－7　時刻歴応答変位

参考文献：1)鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)：鉄道総合技術研究所編，平成 24 年 9 月
2)鋼構造架設設計施工指針：鋼構造委員会編，平成 24 年 5 月
3)第 52 回年次学術講演会「鉄道仮設構造物における仮橋脚の耐震性能について」：菅野谷　敏彦，平成 9 年 9 月