

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 大藪 宏文

本論文は、「活荷重または地震荷重が作用した際の球面すべり支承の力学的挙動に関する研究」と題し、球面すべり免震支承の力学的挙動を解明し、橋梁構造物への適用を検証したものである。

球面すべり支承は免震効果が期待される新しいタイプの免震支承であり、免震支承の特徴としてすべり面の摩擦による減衰機構と球面による復元機構を併せ持っている。国内における既往の大規模な地震では、橋の性能に影響を及ぼす支承部の被害が生じていることから、支承という部材の重要性が再認識されている。球面すべり支承を橋梁に適用することで、橋梁の更なる免震性能向上に寄与することが可能である。

球面すべり支承については、建築構造物への実績があるものの、橋梁への適用はほとんどない。球面すべり支承を橋梁に用いるためには、橋梁において支承に求められる性能を有することの検証が必要不可欠である。ここで、支承に求められる性能とは、上部構造から伝達される死荷重、活荷重などの鉛直荷重、地震や風などの水平荷重を確実に支持して下部構造へ伝達すること、また、活荷重や温度変化の影響などによる上部構造の水平移動、たわみによる支点部の回転変位に対しても追随し、上部構造と下部構造の相対的な変位を吸収することである。

本論文では、球面すべり支承の橋梁への適用を検証するために、実験および解析により活荷重時および地震時における球面すべり支承の挙動を明らかにした。実験では縮小模型を用いて、活荷重時の検討では、球面すべり支承によって支持された橋梁模型桁を用いた実験を実施し、橋梁模型桁のたわみによって支点部に生じる回転や変位について検証し、支承部における荷重伝達機構を明らかにした。地震時の検討では、振動台を用いた正弦波および地震波による加振実験を実施し、球面すべり支承によって支持された橋梁上部構造の動的応答を明らかにした。また、支承のすべり変位に応じて橋脚に生じる偏心曲げモーメントについても検証し、下部工への影響を見出している。さらに、これらの実験に対する再現解析を静的FEM解析および動的地震応答解析にて実施し、解析モデルを確立するとともに、解析方法の提案を行った。

本研究で得られた知見は以下のようである。

1. 活荷重による橋梁のたわみに伴って支承に変位が生じる場合、スライダの摺動によって生じる摩擦力が下沓へ影響し、荷重変位関係において三角形の履歴を描くことを明らかにした。
2. 活荷重を想定した実験に対する静的FEM解析から、ダブル球面すべり支承では、スライダの角部に応力集中が発生し、この部分を支点として支承の回転が生じており、スライダが桁の回転に追従できないことを示した。
3. 地震時における橋梁上部構造の応答加速度は、球面すべり支承の免震効果によって下部構

造に入力される加速度よりも低減されることを明らかにした。また、球面すべり支承の摩擦抵抗性により、偏心载荷された状態でも上部構造の回転は生じず、地震時の偏心荷重による影響が少ないことを示した。さらに、シングル球面すべり支承では、すべり面がスライダの下にある場合には、スライダの移動によって下部構造に偏心荷重が作用することを見出した。

4. 地震時を想定したシングル球面すべり支承の振動台実験に対して、橋脚—支承—上部構造による解析モデルを用いた非線形動的解析を実施した結果、一般的に用いられるバイリニア解析よりも、摩擦係数の速度依存性を考慮したモデルのほうが実験結果に近い履歴曲線となり、速度依存性を考慮した解析手法を提案した。

本論文については、2024年2月7日に本学陽東キャンパス8号館824教室において、審査委員全員および学内外のこの分野の研究者、実務者などの出席のもとに公聴会が開催され、その研究内容の発表と質疑応答が行われた。公聴会の後に、審査委員全員による学位審査委員会が開催され、論文内容を詳細に検討した。その結果、本論文は工学的に価値が高く、研究内容の学術レベルならびに研究としての独創性および有用性において優れたものと判断した。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。