

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 大藪 宏文

1995年の兵庫県南部地震では、多くの橋梁に被害が生じ、支承、特に鋼製支承の破損や損傷が確認され、この地震被害を受けて、免震という考えが広まり、免震支承が広く使われるようになった。現在、我が国では、一般的に、免震支承として積層ゴム系支承が用いられているが、2011年東北地方太平洋沖地震、2016年熊本地震において、経年劣化や地盤変状等の要因も重なり、積層ゴム系支承に破断や亀裂等の被害が生じている。これらを背景として、積層ゴム系支承だけでなく、異なるタイプの免震支承の開発も進める必要があり、本論文では新たな免震支承として、我が国の橋梁では一般的に使用されていない球面すべり支承に着目した。

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。支承は橋梁における上下部構造を繋ぐ部材であり、国内外における大規模な地震において、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確認されている。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。

我が国においては、球面すべり支承を建築構造物に適用された実績はあるものの、橋梁への適用はほとんどない。球面すべり支承を橋梁に適用するためには、橋梁において支承に求められる性能を検証することが重要である。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。

そこで、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、活荷重時および地震時における球面すべり支承の力学的挙動を明らかにすることを目的とした。まず、各設計荷重に対して、球面すべり支承を用いた縮小模型実験を実施した。活荷重時挙動については、球面すべり支承によって支持された橋梁模型桁を用いて実験を行い、桁のたわみによって支点部に生じる回転や変位に関して検証した。地震時挙動については、振動台を用いた正弦波および地震波による加振実験を行い、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に関して検証した。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着目し、下部構造への影響を検証した。さらに、これらの実験に対するFEM解析および動的解析を行い、実験結果の再現を行った。

本論文は、全6章から構成され、各章の概要は以下の通りである。

1章では、橋梁を構成する部材の1つである支承の重要性を説明するとともに、球面すべり支承の原理や地震時におけるこれまでの被害について述べた。また、球面すべり支承の国内外の

既往研究の概要を整理した。さらに、構造工学分野における相似則について体系的に整理し、縮小模型実験の妥当性を考察した。

2章では、活荷重作用時における球面すべり支承の水平変位および回転といった挙動を明らかにすることを目的として、球面すべり支承によって支持された橋梁模型桁を用いて行った実験を示した。

3章では、2章の実験結果を基に、球面すべり支承の挙動や応力状態を検証するために実施したFEM解析を示した。FEM解析では、すべり面の摩擦力が下部構造に与える影響を検証した。

4章では、球面すべり支承の地震時挙動を検証するために行った、縮小模型による振動台実験を示した。縮小模型では、橋梁上部構造模型および球面すべり支承のほか、下部構造を模擬した橋脚を設置し、地震時における下部構造への影響を検証した。

5章では、4章の実験結果を基に、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。解析モデルには、面圧、速度および温度依存性を考慮したモデルを使用し、PTFE—ステンレス間の摩擦係数の各種依存性の影響について検証した。

6章では、本研究で得られた結論を述べた。