

UPSS 支承を有する橋梁の周期特性に関する考察

JIPテクノサイエンス(株)	正会員○佐藤知明	京都大学大学院	正会員 五十嵐晃
熊本大学大学院	正会員 松田泰治	阪神高速道路(株)	正会員 足立幸郎
オイレス工業(株)	正会員 宇野裕恵	オイレス工業(株)	正会員 二木太郎
三菱重工業(株)	正会員 白石晴子	(株)福山コンサルタント	正会員 土田 智

1. はじめに

橋梁全体系に対する固有周期を把握することは、耐震設計を行ううえで重要な項目のひとつである。例えば、分散支承は弾性ばねであるので、橋脚の挙動が弾性であれば上下部構造間の位相差を無視しておおよその固有周期を求めることができる。一方、免震支承は非線形ばねであることから、応答変位に応じた周期特性を把握する必要がある。さらに、反重力すべり支承 (Uplifting Slide Shoe : 以下、UPSS) は図-1 に示すような平面すべり部や斜めすべり部で構成された支承であり、斜面角度の設定により応答を制御することができるが、UPSS は非線形特性が著しく、摩擦や面圧の影響により履歴も変化するため、応答変位に応じた周期特性を求めることは難しい。そこで、本論文では時刻歴応答解析結果を利用して、最大応答時における応答周期を把握することを試みた。



図-1 反重力すべり支承

2. 解析モデルと解析条件

解析モデルは、高さ 10 m の等橋脚を有する PC12 径間連続箱桁橋から 1 橋脚を抜き出した図-2 に示すモデルであり、上部構造節点、UPSS および橋脚躯体で構成され、基礎は固定とした。なお、本検討では UPSS の基本的な応答性状を調べるため平面すべり部は微小長さ (= 1 mm) とし、斜面角度は 5 度、摩擦係数は 0.05、構造減衰は支承部に 0.03、橋脚に 0.02 を見込んでいる。また、支承を固定とした場合の橋脚の周期は 0.28 秒相当の剛性を有している。なお、入力道路橋示方書のレベル 2 タイプ II 地震動 II 種地盤の標準波 (II-II-1) ²⁾ とし、分散および免震支承による計算結果と比較した。解析に用いたパラメータを表-1 に、各支承モデルの履歴形状例を図-3 に示す。

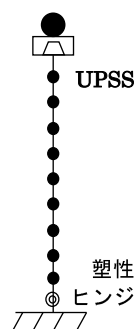


図-2 解析モデル

表-1 解析パラメータ

上部工重量	10,244 kN
分散支承 剛性	26,244 kN/m
免震支承	
1 次剛性	213,682 kN/m
降伏荷重	1543.7 kN
2 次剛性	21,368 kN/m
UPSS	
斜面角度	5 度
遊間	微小値(1 mm)
摩擦係数	0.05

3. 解析結果

各支承モデルによる時刻歴応答変位を図-4 に、さらに、時刻歴応答変位のフーリエ変換結果を図-5 に示す。また、同図には、最大変位発生時刻における変位および加速度から求まる固有振動数 (以下、算定値と呼ぶ) を破線で示した。

図-5 より、分散支承の算定値はフーリエスペクトルのピーク値と一致するが、免震支承および UPSS では一致していないことがわかる。これは、フーリエ変換は全時刻の応答値を用いて分析されるため、最大変位発生時の状態のみに着目する場合には不向きであるためである。

そこで、時系列的に周期特性の変化を表現できるウェーブレット変換 ³⁾ を用い、各モデルについて分析を行った (図-6)。例えば、分散支承の結果では全時刻にわたり 約 0.8 Hz で応答していることがわかる。しかしながら、免震支承では、応答変位が大きくなる 5~7 秒付近で卓越振動数が 0.5~1.0 Hz とある幅を持つことがわかる。これは、水平力が一定であるのに対し、発生する変位が逐次変化し等価剛性が変わることに起因する。続いて、UPSS による結果を見ると、時刻 5~8 秒では 0.3~0.7 Hz が卓越し、その後の 8~12 秒では 0.4 Hz のみで振動していることがわかる。これは、図-4(c) に示す時刻歴応答変位において、最大応答値となる約 6.2 秒以降 16.5 秒まで約 0.2 m の振幅で周期の長い振動が生じていることに対応している。

キーワード 反重力すべり支承, 応答周期, フーリエ変換, ウェーブレット変換, 動的解析, UPSS

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2-12-11 JIP テクノサイエンス システム技術研究所 TEL 06-6307-5401

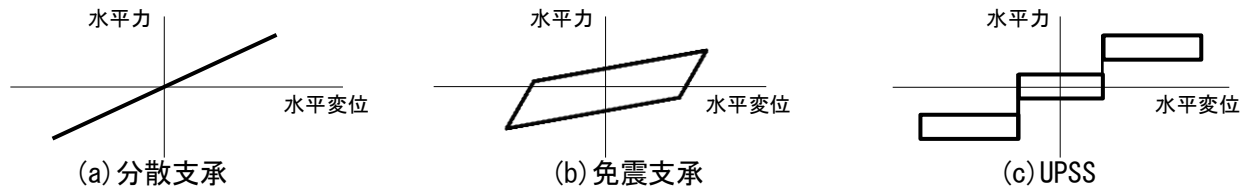


図-3 分散支承, 免震支承, UPSS の履歴形状例

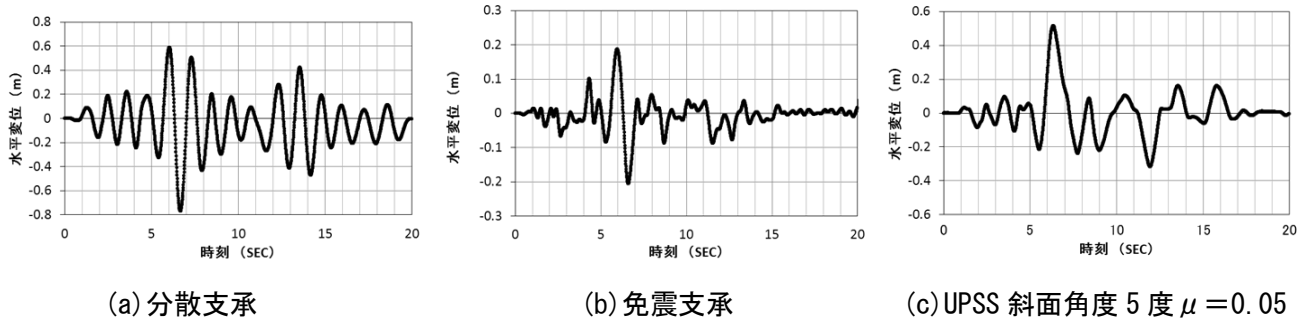


図-4 時刻歴応答変位

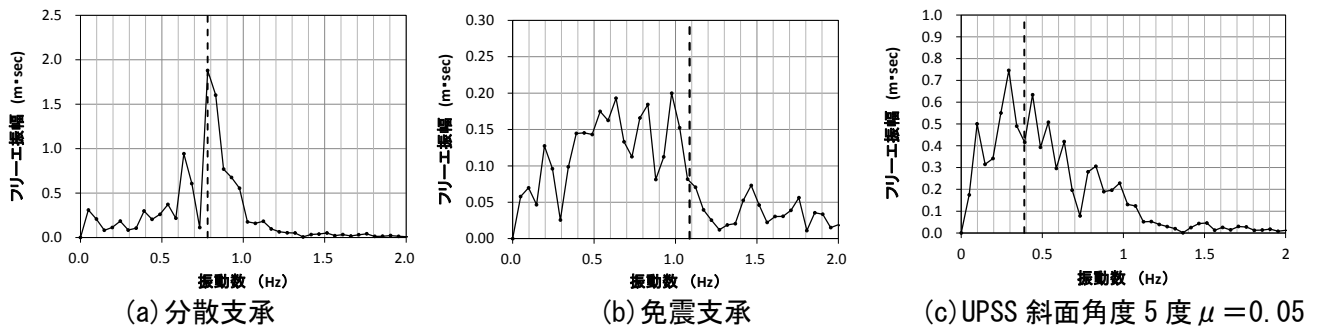


図-5 フーリエスペクトル

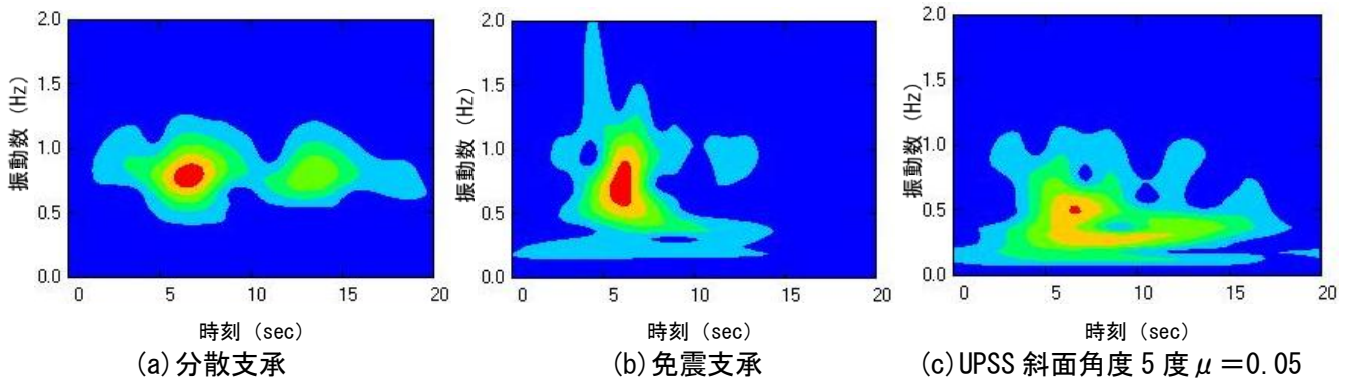


図-6 スペクトログラム (ウェーブレット変換結果)

4. 考察

UPSS を適用した橋梁は、非線形性が強いいため、時刻歴応答結果およびそのフーリエスペクトルから応答周期を推定することは困難であるが、ウェーブレット変換結果では最大応答時の応答周期を精度良く把握できるものと考えられる。

5. あとがき

UPSS は斜面角度、摩擦係数、平面すべり長などの設定により様々な周期特性となる。また、応答周期は入力地震動にも関係することから、今後も検討結果を蓄積していく予定である。

参考文献

1) 松田ほか: 温度による桁の伸縮を考慮した橋梁の応答評価に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.1039-1044, 2008.7 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2012.3 3) P. S. アジソン: 図説ウェーブレット変換ハンドブック, 朝倉書店, 2005