

- パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 林 亜紀夫
 オイル工業 (株) 正員 伊関 治郎
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 入澤 徹
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 富田 雅久
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 吉川 一成

概要 ; 耐震設計においては、定量的な設計地震動を設定し、これに対応する応力・安定が検討される。しかしながら、橋が震後復旧活動に重要な影響を持つことを考えると、予測した以上の事態に遭遇してもその機能が全く失われることは避けなければならない。定量的・決定論的な検討以上の挙動が生じた際の様相を具体的に認識し、部分的な損壊が生じたとしてもそれが橋の震後用途に深刻な影響をもたらすに至らないようにすることも必要である。ここでは、震度法や地震時保有水平耐力法のように定量的・決定論的に設定した範囲をそれぞれレベル1, レベル2と呼び、レベル2を越える範囲をレベル3と呼ぶこととする。従ってレベル3においては、下限のみを持つ概念的な地震動と、それに対する設計理念との組み合わせが用意される。道路橋示方書耐震設計編では「7章耐震設計における構造細目」において、落橋と言う事態から橋梁を守るために必要な構造の形態が示されている。落橋を防ぐためには、上下部構造間に生ずる相対変位を適切に処理することが重要であり、具体的には「相対変位を許容するに十分な量の各部遊間とけた掛り長を確保する」「相対変位を抑制する」の2項目があげられる。免震設計においては、柔軟化や減衰付与の効果を得るために、ある程度の変位を許容するので、この2項目は特に入念な設定を必要とする。本論文においては、特に後者の「相対変位を抑制する(押し留める)」ことに着目し、この目的で設ける装置の特性とレベル3における橋の地震時挙動との関係を試算・検討し、免震橋における構造細目のあり方を考察した。

1. 落橋防止装置の機能と作動原理

免震橋では支承に固定・可動の区別がなく、全ての下部構造頂部において、上下部構造間相対変位が生ずる。これに対処するためにはレベル2(地震時保有水平耐力法)で算出された相対変位以上のけた掛り長とけた端部遊間を設ける必要がある。レベル2を越える変位に対しては、下部構造の最終的な耐力が許す範囲の水平力で落橋防止装置が抵抗し、緩やかに上部構造の運動を押し留め、けた掛り長を越えて上部構造が移動することを防ぐ。緩やかに効く落橋防止装置の作動原理として「粘弾性」「摩擦型」「変位硬化型弾性」の3種類を図1のように設定した。

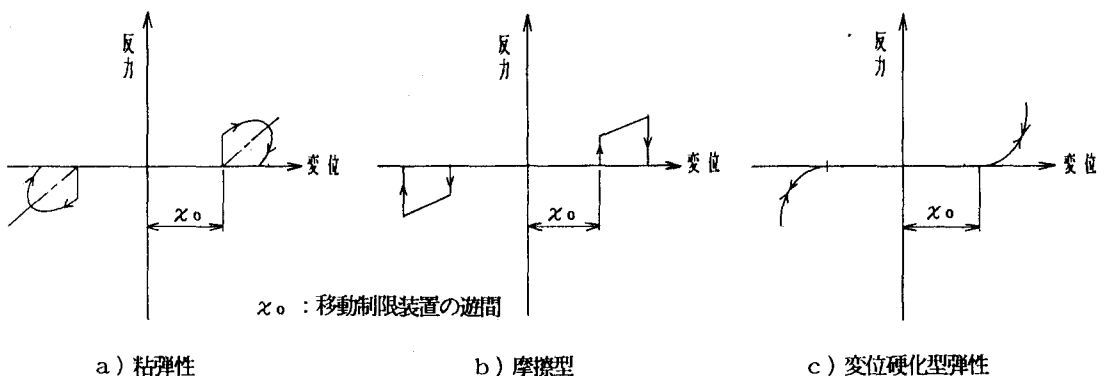


図1 落橋防止装置の作動原理

2. レベル2を越える地震時挙動の傾向把握

このような装置を図2のモデルの落橋防止装置の部分に設けた場合、どのような効果・傾向をもたらすかを知らるために地震時応答を計算した結果を「反力～変位履歴」の形で図4に示す。各図の縦軸は、下部構造頂部に働く総反力を重力の加速度で除した値を示しており、設計震度と同じ次元の量を表している。演算に用いる地震動入力レベル2を越える地震動として図3に示す応答スペクトルの1.5倍のスペクトル強度を持つ地震動を暫定的に用いた。

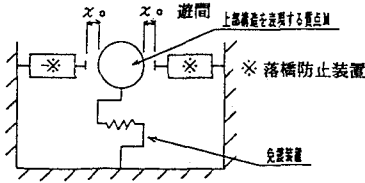


図2 解析モデル

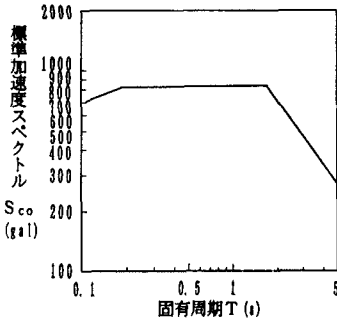
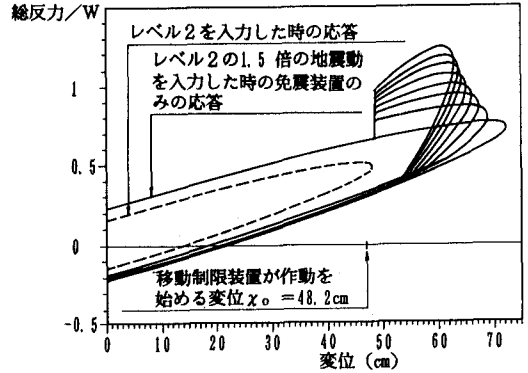
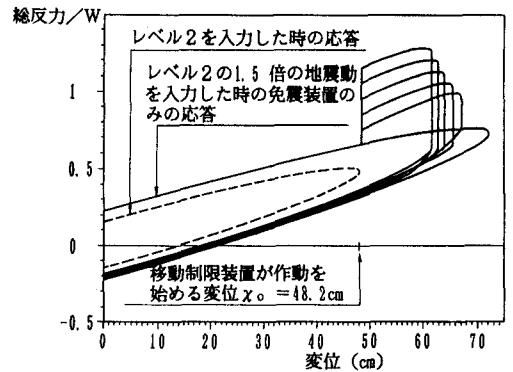


図3 レベル2の応答解析に用いる応答スペクトル（II種地盤）

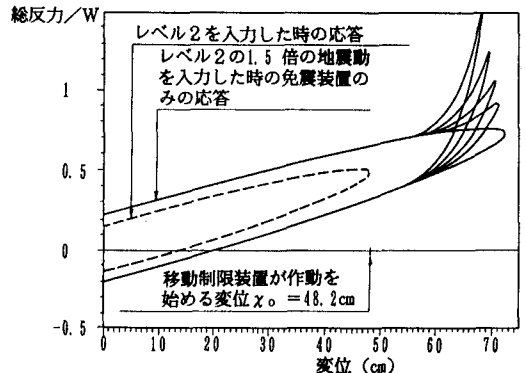
まとめ；図4に示す演算結果を概観して次の各点がまとめられる。落橋防止装置が作動を開始してから上部構造の運動が停止するまでに必要なストロークは10cm強と考えられる。落橋防止装置の等価剛性が過度に硬い場合は反力が著しく増加することが分かる。図4. a)を見ると、落橋防止装置に用いる等価剛性の上限としては免震装置の3.0倍程度が適切と考えられる。今後はさらに試計算を行い、装置の作動原理と変位抑制の効果及び反力増加の程度を判断し、設計を行う際に適用すべき方法を抽出する。複雑な解析をしなくても落橋防止装置等の構造細目を決定することができるようにまとめることが目標である。ただし、あまり簡単な数式によって設計計算の方法に還元すると、かえってその本質を取り違える可能性がある。ある程度は運動方程式と共通の表現も必要と考えられる。なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。



a) 粘弾性型の特性



b) 摩擦型の特性



c) 変位硬化型弾性型の特性

図4 反力履歴曲線