

吊橋における床組連続化時の地震時挙動の検討

オイレス工業(株)	正会員	○宇野 裕恵	西日本高速道路(株)	正会員	今村 壮宏
熊本大学大学院	正会員	松田 泰治			山下 恭敬
(株)ドゥユー大地	正会員	松田 宏	西日本高速道路エンジニアリング九州(株)	正会員	松田 哲夫
JIP テクノサイエンス(株)		打越 丈将		正会員	坂田 裕彦

1. 目的

検討対象橋は図-1 に示す海峡を渡る既設吊橋であり、構造各部位に発錆や床組縦桁支点部に疲労亀裂が顕在化している。この原因の一つとして、伸縮装置からの漏水や線支承のすべり機能および回転機能が低下していることにある。このため、BP-B 支承に交換すると共に、床組連続化を検討している。本論文では、床組連続化時の地震時挙動について述べる。

2. 床組縦桁の耐震構造

床組縦桁は図-2 に示すように補剛桁の床トラス上弦材で支持されているが、設計時の加速度応答スペクトルは 150gal であるため、現行道路橋示方書¹⁾のレベル2地震動に対してこの上弦材は耐震性能が欠如している。これには、主構造（補剛桁、横構）と床組構造（床組、床版、舗装）の全重量 14,500tonf のうち、床組構造の重量は 10,500tonf（約 70%）であることも大きな要因である。しかし、全ての固定支承部の床トラス上弦材を補強するのは、構造的な施工性から現実的ではない。そこで、床組縦桁を主構補剛トラスとアイソレーションさせて振動系を分離した上で全径間にわたり連結し、塔あるいはアンカレッジに制震ダンパーで結合して床組縦桁の地震時慣性力を負担させる。ここで、既設支承条件を踏襲して4径間毎に固定支承を設けると耐震性を満足しないばかりでなく、風時にも大きな拘束力が作用する。また、床組縦桁をすべて連結して固定支承を支間中央近傍の特定区間（スティケーブル近傍）に設置した場合、固定部の床トラス上弦材の耐震性能を満足できない。図-3 および図-4 に耐震構造を示す。

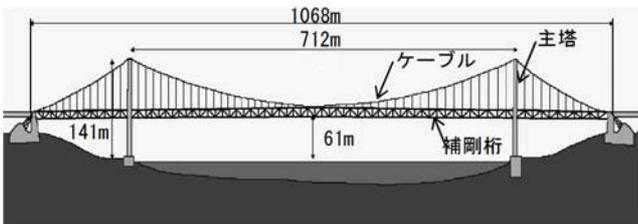


図-1 吊橋の一般形状図

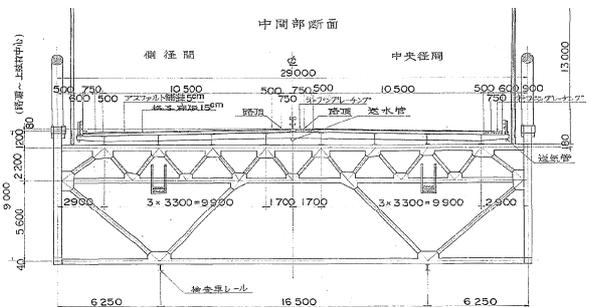


図-2 橋梁断面

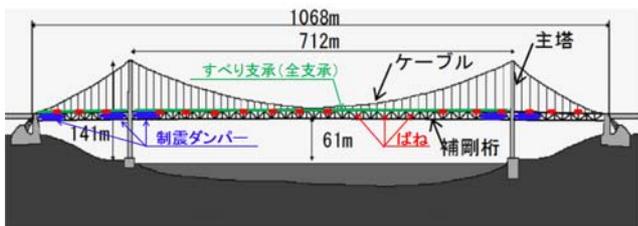


図-3 制震ダンパー，すべり支承，ばねの配置イメージ

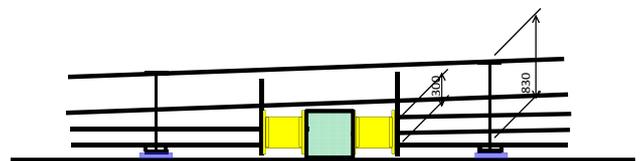


図-4 床組縦桁へのばねの設置イメージ

3. 制震ダンパー，ばね，すべり支承の摩擦係数による応答性状

制震ダンパー，ばねおよびすべり支承をパラメータとし、吊橋の中央径間での応答変位に着目する。地震波は検討であることを踏まえ、道路橋示方書¹⁾の I-I-1 のうち時刻 90~110sec 間の加速度波形の適用を基本とし、演算時間を短縮した。ばね，摩擦係数および制震ダンパーに対する中央径間中央，1/4 点，端部の応答変位をそれぞれ図-5~図-7 に示す。さらに、地震波 3 波を全時間入力した応答変位を図-8 に示す。

キーワード 吊橋，床組縦桁，桁連結，耐震性，制震構造，すべり支承

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南一丁目 6 番 34 号 オイレス工業(株)TEL03-5781-0316

ばねに対して、すべり支承の応答変位はばねのない場合には小さくなり、ばねを与えると大きくなるが、大きなばねでは小さくなる。しかし、すべり支承および制震ダンパーのみで水平支持される構造は常時の安定性に留意する必要がある。床組縦桁や補剛桁の応答変位の変化は小さく、ばねが大きくなると床組縦桁は漸減し、補剛桁は漸増する。これは、ばねが大きくなると床組縦桁と補剛桁が一体で挙動するため、床組トラス上弦材の耐震性能が損なわれる。

すべり支承に対して、すべり支承の応答変位は摩擦係数が大きくなるにしたがい小さくなるが、床組縦桁の応答変位は大きくなる。ただし、補剛桁の応答変位は小さく、変化も小さい。これは、すべり支承は摩擦が大きくなるとすべりにくくなるが、床組縦桁の応答変位は補剛桁の応答変位の影響を受けて累加され、大きくなったものと思われる。制震ダンパーの応答変位は補剛桁の慣性力の一部が床組縦桁を通じて流れていくため、摩擦係数が大きくなると大きくなるようである。

制震ダンパーの抵抗力に対して、すべり支承や床組縦桁の応答変位は確実に小さくなるが、補剛桁の応答変位の変化は小さい。これは、制震ダンパーは床組構造の地震時慣性力を直接支持するためであり、主構造は元々長周期で変位しているのので、制震ダンパーにより地震時慣性力が低減されても、短周期化されて応答が大きくなりやすいことで、それぞれがキャンセルされているものと思われる。

地震波の相違に対して、すべり支承、床組縦桁および制震ダンパーの応答変位の相違は大きいですが、補剛桁の応答変位の相違は小さい。いずれの地震波でも補剛桁変位の変化が小さいのは、補剛桁は長周期構造であることによると考えられる。

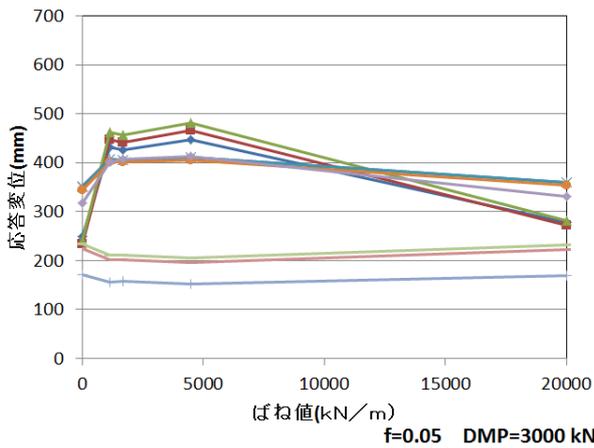


図-5 ばね値に対する応答変位の変化

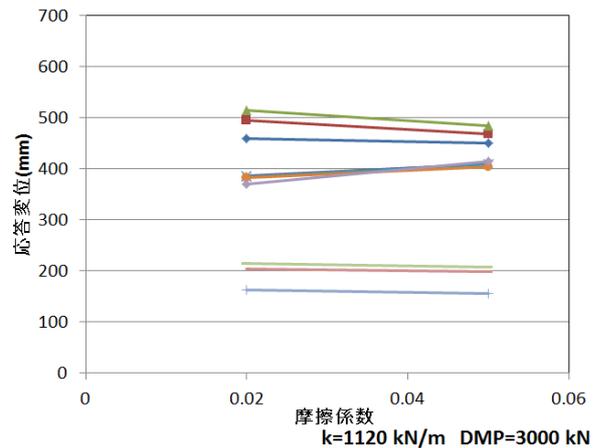


図-6 摩擦係数に対する応答変位の変化

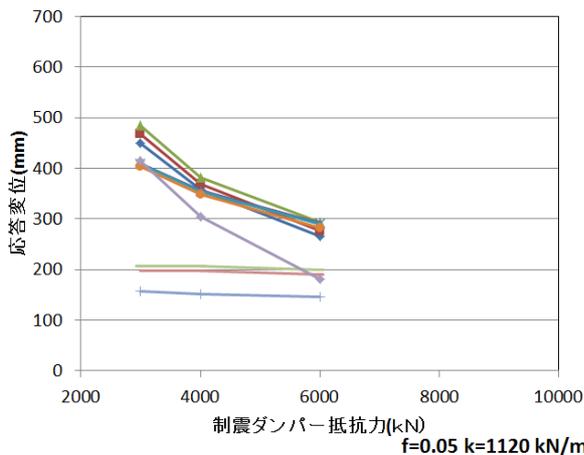


図-7 制震ダンパー抵抗力に対する応答変位の変化

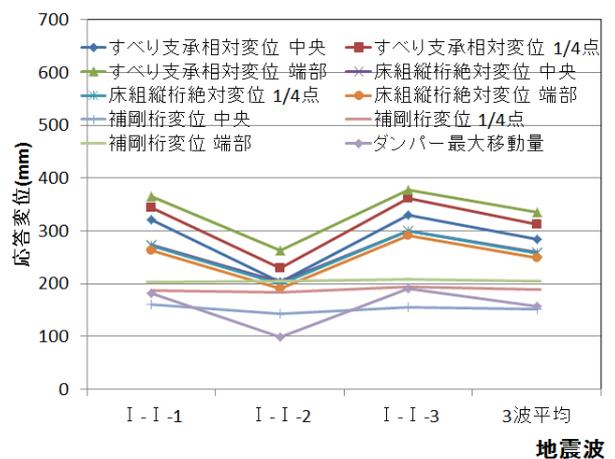


図-8 地震波に対する応答変位の変化

4. あとがき

床組縦桁の中央径間にはBP支承が544基と多いため、ここで得られた地震時の応答変位の傾向を踏まえて設計移動量を検討し、併せて常時や風時に問題とならないように設定しなければならない。

参考文献 1)道路橋示方書V耐震編, 2012.3