

桁端ダンパによる橋梁の減衰性能向上

- その2、実橋への適用に向けて -

神戸製鋼所 正会員 ○清水義和、本家浩一、岡田 徹、安田克典
日本道路公団 安部 健、岡 靖人、大杉隆洋

1. まえがき

近年、橋梁の合理化・低コスト化を目的とした、少数主桁橋梁等が増加している。少数主桁橋梁は、プレートガーダーI桁で構成された開断面桁であり、対傾構や横構を省略することが通例である。その結果、従来の橋梁形式に比べてねじれ剛性が低くなることにより、捩れ振動数が低下するとされている。また、橋梁の各種実験データによると、これら少数主桁橋は減衰についても従来の橋梁に比べて小さい例も報告されている¹⁾。そこで、著者らは、簡便な装置で高い減衰付加性能を発揮するキールダンパを提案した。このダンパは桁の端部に取付ける構造であり、過去の研究例からも桁の端部にダンパを付加できれば、橋梁に非常に効果的に減衰を付加できることが報告されている²⁾。本ダンパは、少数主桁橋梁で課題とされる曲げ変形と捩り変形の双方に対して、減衰効果を付加することを特長とする。ここでは、モデル橋に対して、キールダンパを適用した場合の検討結果を報告する。

2. モデル橋

本検討でのモデル橋は、支間長59.6mのPC床版を有する単純合成2主桁橋とした。モデル橋の一般図を図1に示す。

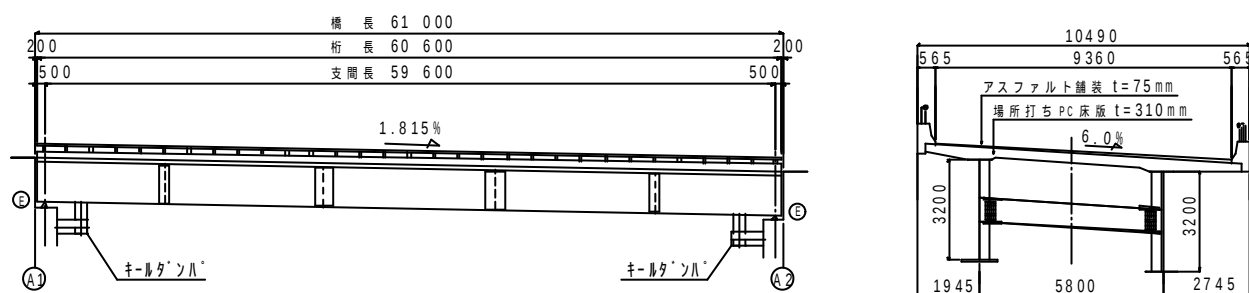


図1 モデル橋一般図

3. モデル橋に適用した場合の検討

3.1 解析モデルの説明 モデル橋にキールダンパを適用した場合の減衰付加性能の効果を検証した。解析は3次元FEMモデルで行い、図3に示す曲げと捩れの1次モードに対する効果を調べた。橋梁部はシェル要素でモデル化した。キールダンパはその概略寸法を図2に示すものとし、板状部材にはシェル要素を、制振樹脂の部分はソリッド要素でモデル化した。キールダンパが無い場合の橋梁の固有振動数は、曲げ1次、捩れ1次がそれぞれ1.75Hz、1.90Hzである。検討に使用した粘弾性体のせん断係数および損失係数を図4に示す。一般に、粘弾性体の材料特性には周波数依存性と温度依存性がある。本橋梁の振動数近傍においては、特性にはあまり差がないが、温度により特性が大きく変化する為、各温度に対する減衰付加性能を調べた。減衰の算出は実固有値解析によりモード歪みエネルギーを算出し、モード歪みエネルギー法により減衰を算出した。

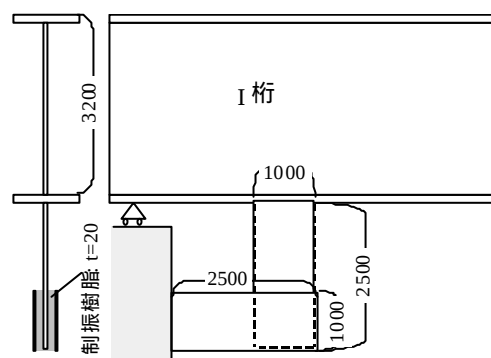


図2 側面図と検討寸法

3.2 解析結果と考察 図5に-20 から50 における各モードの固有振動数と減衰比を示す。減衰比は粘弾性体以外の橋梁部の構造減衰は零として計算している為、図5の(b)値は、このキールダンパにより付加される減衰量とな

キーワード：桁端ダンパ、減衰比、2主桁橋、粘弾性体、耐風対策

〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町4丁目2-15

TEL 078-261-7815

FAX 078-261-7799

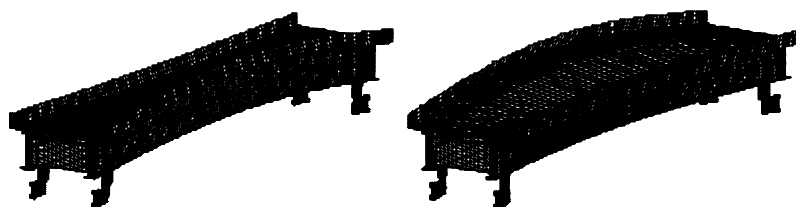
る。曲げモードでは温度 15℃、捩れモードでは温度 10℃において減衰比は最大となり、それぞれ 7.8%、7.1%にもなる。耐風設計便覧によると、支間長 59.6m の橋梁では対数減衰率が約 0.1、すなわち減衰比で 1.5%となる。少数主桁橋ではこの対数減衰率よりも小さくなる傾向にあると言われており、実橋振動試験結果では、支間長 86.5m の連続合成 2 主桁橋の対数減衰率が 0.04 程度という報告例もある³⁾。それに対し、キールダンパをつけることにより、減衰特性が大幅に改善され、温度が 0℃以上であれば、付加減衰比は 1.0%以上（対数減衰率で 0.06）となる。この値は、文献 1 による耐風対策を行うにあたり十分な減衰と考えられる。また、0℃以下では付加減衰性能が極端に悪化しているが、これは制振材料の損失係数自体が低下するとともに、せん断係数が最適値よりも大きくなり過ぎる為である。ただし、この場合には図 5(a)の通り、各モードの固有振動数が大幅に増加することが期待され、耐風安定性は向上するものと考えられる。

3.3 強度に対する検討 図 6 に実際のキールダンパ形状を示す。制振材料の材料特性には温度依存性があり、低温度時にはせん断係数が大きくなることから、キールダンパには大きな断面力が作用することになる。この断面力に対し鋼板 1 枚の断面では耐え得ることができない為、主桁付部材と橋台付部材の両方にフランジを取付けることとした。

図 6 に示すキールダンパが強度的に問題ないかどうかを確認する為、低温度時（-20℃）に活荷重が載荷された場合を想定して FEM 解析を行った。この解析結果により、キールダンパに発生する主応力およびミーゼス応力は、いずれも許容応力度以内であることが確認できた。

4. まとめ

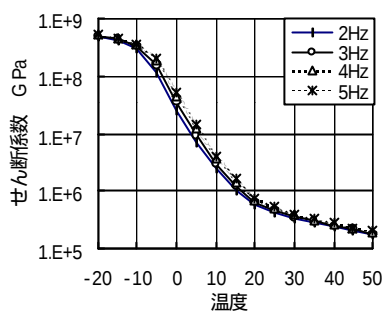
モデル橋の減衰性能を向上させることを目的として、キールダンパの適用を検討した。その解析結果より、温度が 0℃以上であれば、比較的低風速で発生する風速域限定型の振動を消滅させることが可能であると考えられる。また、0℃以下でも固有振動数が増加することが期待され、耐風安定性は向上するものと考えられる。



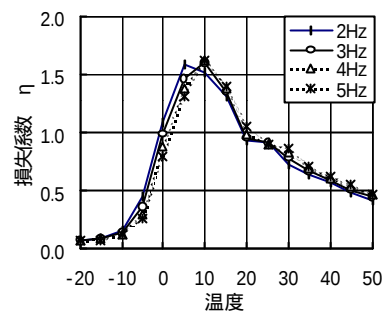
(a) 曲げ 1 次モード

(b) 捩れ 1 次モード

図 3 モデル橋の固有振動モード

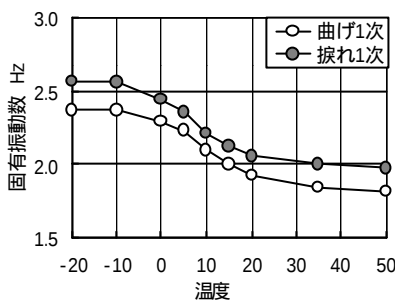


(a) せん断係数

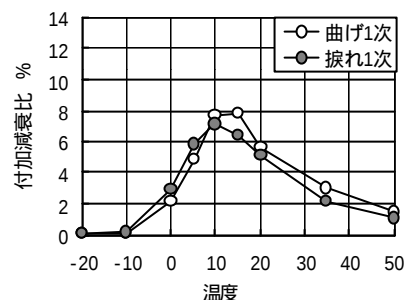


(b) 損失係数

図 4 制振材料の材料特性



(a) 固有振動数



(b) 付加減衰比

図 5 モデル橋の解析結果

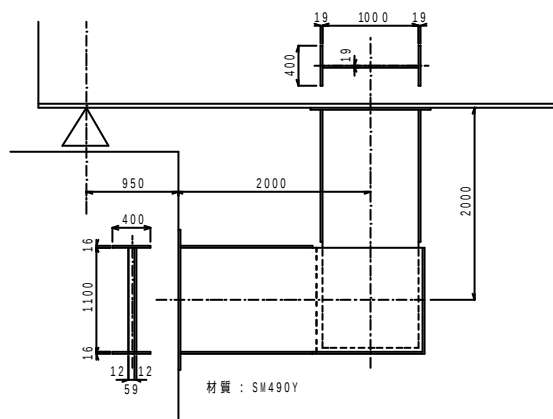


図 6 キールダンパ形状

【参考文献】1) 山田均：少数主桁橋の耐風特性、第四回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集、pp59-67、2001、2) 比江島慎二、藤野陽三：桁端ダンパーによる橋梁の交通振動の軽減、土木学会論文集、No465/I-23、pp.107-116、1993、3) 中村、宮越、藤浪、橋、畠中、枝元：利別川第一橋（PC 床版連続合成 2 主桁橋）の実橋振動試験、土木学会第 55 回年次学術講演会、-B108、2000.9