

6. 振動・振動制御

取りまとめ：松本信之（鉄道総合技術研究所）

論文題目：“歩道橋上を群衆が移動する場合の水平振動応答とその簡易推定法”

著者：米田昌弘

掲載：Vol. 55A, pp. 261-274, 2009年3月

◆討議 [宮森保紀（北見工業大学）]

本文中の式(3)で $f=300 \times v$ という評価式を示していますが、 $v$ が大きくなると人間の踏力が大きくなるという理解で良いのでしょうか？

◆回答：桁速度が大きくなると、歩行外力の水平成分は大きくなると考えて差しつかえありません。ただし、桁速度があまり大きくなりすぎますと歩行が困難となり、立ち止まったりする歩行者も現れますので、 $f=300 \times v$ という評価式を適用する場合にも、上限値が存在すると考えた方が良くと思います。ちなみに、著者は、この上限値が“鉛直歩行外力の1/10程度に概ね相当する”と予想しています。

論文題目：“遠隔モニタリングによる離島架橋の風速と振動数推定精度の検証”

著者：奥松俊博, Jawaid Bashir Ahmad, 岡林隆敏, 下妻達也

掲載：Vol. 55A, pp. 275-283, 2009年3月

◆討議 [中島章典（宇都宮大学）]

橋梁の振動数の変化を維持管理で利用する場合、1次モードよりもより高次モードの振動数に着目する方が有利と考えられますが、高次モードの振動数の風速に伴う変動係数などは確認していますでしょうか？

◆回答：ご指摘のとおり、維持管理に利用するためには高次モードの評価が課題となりますが、本論文では、強風時の影響を端的に表現できる振動モードに着目したため、低次モードの表示にとどめました。高次の振動数の変動係数を示すことは可能ですが、このような理由によりその評価については本論文の範囲外としました。引き続き検討を行っていきたいと思います。

◆討議 [吉岡勉（大日本コンサルタント）]

1次モードの風による変動が5%程度あると、1次モードのモニタリングでは変状と捉えるのは難しいということなのでしょうか？

◆回答：固有振動数の変動係数と風速の関係（図-13）に示したとおり、1次振動については、風速4-5mを境に変動係数が急に低下（5%程度）することから、精度よく振動数を推定する上での見解を述べました。よって5%程度の変動下において、対象構造物の「変状」を捉えるのは難しいという意ではありません。

◆討議 [吉岡勉（大日本コンサルタント）]

モード固定法としてARモデルからERA法に変えた理由は何でしょうか？

◆回答：将来的に多点計測による維持管理が求められているため、振動モード推定が可能な実現理論を採用することとしました。

◆討議 [深田宰史（金沢大学）]

常時微動の定義は、どのようにしているのでしょうか？

◆回答：本研究では、走行車両による橋梁の振動励起を除外した上で、風のみの影響（強弱）による振動数推定精度を評価することを目的としております。この意において、常時微動の語を使用しました。ご指摘の語の定義および使い方については、思慮が不足していたことを認識しております。以後、十分留意したいと思います。

論文題目：“Dynamic characteristics estimation from the ambient vibration of existing bridge by realization theories”

著者：Md. Rajab ALI, Toshihiro OKUMATSU, Takatoshi OKABAYASHI, and Bashir Ahmed JAWAID

掲載：Vol. 55A, pp. 284-294, 2009年3月

◆討議 [米田昌弘（近畿大学）]

検討結果によりますと、風速が高くなるにつれて低次の振動数の方が高次の振動数よりも大きな割合で低下しています。この傾向は風洞実験などによる従来の知見とも一致しているのですが、提案されている手法を適用すればこのような振動数の低下(変化)特性を正しく評価できると考えてよろしいのでしょうか？

◆回答：一連の研究は、橋梁の振動特性、特に固有振動数をより精度よく推定しようという目的で行われており、実現理論をはじめとするアルゴリズムの開発が基盤となりま

す。ご指摘いただきました振動特性の評価については、適切な計測システムとして構築することで、十分可能と考えております。

論文題目：“鋼トラス橋の振動特性の同定と斜材損傷が及ぼす減衰性能への影響”

著者：吉岡勉，山口宏樹，伊藤信，原田政彦  
掲載：Vol. 55A, pp. 295-305, 2009年3月

◆討議 [宮森保紀 (北見工業大学) ]

本論文の成果を健全度診断に用いる場合，斜材のすべてに加速度計を設置する必要があるのでしょうか？

◆回答：それでは現場の手間を増やすだけであり，魅力がないので，全体モードから診断することを考えています。前もってどの斜材が全体モードのどれに連成するかを捉えておけば，可能ではないかと考えています。

◆討議 [深田宰史 (金沢大学) ]

1 次の減衰定数が補強前後で200%以上変化した理由は何でしょうか？

◆回答：鉛直1次モードの減衰比は，補強前（損傷あり）の第4径間，比較的健全な第1，第2径間において約0.01であり，第4径間の補強後だけが0.003と小さい値となっています。1次モードの減衰であるため，可動支承のクーロン摩擦が大きく影響していると考えられますが，何故，第4径間の補強後だけ支承の動きが悪く，クーロン摩擦が小さくなったのかは現段階では不明です。

論文題目：“高架橋模型の強制振動実験と減衰のモデル化に着目したその数値解析”

著者：中島章典，緒方友一，笠松正樹，横川英彰  
掲載：Vol. 55A, pp. 306-316, 2009年3月

◆討議 [伊津野和行 (立命館大学) ]

実験結果を数値解析で再現するにあたり，従来モデル（レーリー減衰，剛性比例型減衰など）で十分なのでしょうか？あるいは，新しい減衰モデルが必要になると予測されているのでしょうか？

◆回答：レーリー減衰や剛性比例型減衰などの減衰モデルはあくまでも減衰の近似的なモデルであり，場合によりますが，必ずしも十分なモデルではないと思います。この観点から，できるだけ減衰要因に対応した減衰モデルを開発することが望ましいと考えます。ご指摘の点に関連した検

討は，構造工学論文集Vol. 54Aで発表させていただきましたが，レーリー減衰を用いた場合でも実験結果をある程度再現できましたが，ここで提案している方法よりはその再現性が幾分劣るものとなっていました。

論文題目：“振動測定データに基づいた鋼斜張橋モデルの非線形地震時応答解析”

著者：木村浩士，宮森保紀，三上修一，山崎智之，大島俊之  
掲載：Vol. 55A, pp. 317-328, 2009年3月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学) ]

解析モデルには，精度の点からまだ改善の余地があるようにも思われます。今後の課題としては，どのような点が重要とお考えですか？

◆回答：減衰特性や地盤のモデル化の検討が挙げられると考えられ，地盤のモデル化に関しては，地盤と構造物の動的相互作用を考慮することで，実現象をより精度良く把握できると考えております。

◆討議 [横川英彰 (オイレス工業) ]

下部構造の減衰定数が10%というのは大きすぎる値かと思われれます。もう少し小さい値にすればモード減衰定数も合わせられると思いますが，如何お考えですか？

◆回答：構造系の減衰定数に関しては，今後十分な検討が必要と考えます。今回は，大地震時の応答シミュレーションまでを考えたため，道示V耐震設計編の非線形領域での減衰定数として高めの値を設定しております。

◆討議 [米田昌弘 (近畿大学) ]

大地震時に適用するのであれば，地盤へのエネルギー逸散などについて，もう少し工夫が必要なのではないでしょうか？

◆回答：地盤のモデル化については，単純なSRバネではなく，有効入力地震動やご指摘にもある地下逸散減衰を考慮する，また構造物と地盤を一体としたモデルにより，構造物と地盤の相互作用を考慮した解析を行なう必要があると考えます。今後の課題として，これら動的相互作用効果の検討が必要と考えております。

論文題目：“高架橋周辺の環境振動問題に対する桁端ダンパーの適用”

著者：深田幸史，吉村登志雄，岡田徹，薄井王尚，浜博和，岸隆

掲載：Vol. 55A, pp. 329-342, 2009年3月

◆討議 [米田昌弘 (近畿大学) ]

桁端ダンパー本体の温度依存性についての検討はされているのでしょうか？また，耐震性についての検討も行われているのでしょうか？

◆回答：耐震性について：常時の交通振動を制振することが目的であるため，耐震性の検討は行っておりません。  
温度依存性について：本桁端ダンパーは粘弾性樹脂からなっており，剛性および減衰性能は温度に支配されていません。別途単体試験によりそれらの把握をしております。