

5. 振動・振動制御

とりまとめ：深田宰史（金沢大学）

論文題目：“相互相関関数を用いた実稼動モード解析”著者：長江信顕，渡瀬正泰，玉木利裕
掲載：Vol. 57A, pp. 232-241, 2011年3月

◆討議 [岡林隆敏（長崎大学）]

実験においてランダムインパルスを用いているが、実際にはどのように考えれば良いのか。ランダムインパルスは常時微動とはならないのではないかと思います。

◆回答：入力がランダム波（常時微動）である場合もランダムインパルス波である場合も、入力の特徴は統計的にフラットですので応答間の相互相関関数からモードパラメータを推定できます。また、ランダム波（常時微動）とランダムインパルス波が組み合わさった外力が入力される場合も提案方法を適用することができます。さらに、ランダムインパルス波加振によってランダム波（常時微動）より信頼性の高い相互相関関数が得られる場合には、平均化の回数を低減できるためトータルの測定時間を短縮できます。

◆討議 [岡林隆敏（長崎大学）]

振動特性推定は実現理論が一般的と思いますが、周波数応答関数を用いる理由は何ですか。

◆回答：振動応答からモードパラメータを同定する方法として、土木分野ではERAに代表される実現理論を用いるのが一般的ですが、この方法は、データとして分析時間長を決めて求めた応答間の相互相関関数を用いる点で、機械分野で標準的な周波数領域での方法と等価です。同定精度も同じです。ERAの利点は次数が決まれば後は自動的に固有振動数と減衰が求まる点ですので、同一の構造物のモニタリングに最適と思われます。本稿の趣旨は機械分野で一般的な実験モード解析ソフト（周波数応答関数を用いる）を利用可能であることを示した点です。周波数領域で同定を行う利点として、固有振動数を視覚的に確認できる点や、1つ或いは複数の一定周期外力を受ける状況下においても一定周期成分を容易に除去できるため系固有の振動特性を同定可能な点などがあります。

論文題目：“Parametric study on dynamic interaction of horizontally curved twin I-girder bridges and a moving vehicle”著者：Md. Robiul Awall, Toshiro Hayashikawa
掲載：Vol. 57A, pp. 242-251, 2011年3月

◆討議 [金哲佑（京都大学）]

What's the shape of bump which considered in the simulation?

◆回答：Field observations indicate that the area on the top of the abutments, next to expansion joints is usually damage

d causing sudden changes on the road surface. The major reason is the settlement of embankment soil on which the approach slabs are built. This area of embankment is very difficult to compact using machinery because of the close distance to the bridge abutment. When settlement occurs, one end of the approach slab settled and makes an abrupt bump across the road surface that causes the riding comfort problem. Other reasons causing the bumps are the deteriorated expansion joints after many years in service. In our analysis, simply we considered that approach slab is settling certain amount and deck is in original shape.

◆討議 [金哲佑（京都大学）]

The bump height (4cm or 6cm) in the simulation seems to be higher than those measured at real bridge? The reason why use such a bump height in the simulation?

◆回答：Three different bump heights (namely $h = 2, 4$ and 6cm) are considered in this analysis. Due to parametric study we considered these three different bump heights. We try to investigate the dynamic behavior of bridge with different bump heights. The bump height 4cm and 6cm bump heights that used in the simulation is little bit higher than those measured at real bridge. But we investigate it to clarify the effect of bumps and to observe correlations of bump heights, vehicle speeds, and roughness with DAFs of the studied bridge.

◆討議 [中島章典（宇都宮大学）]

If the road roughness profile has the same PSD, the dynamic response is considered to be affected by each road roughness profile, how many road roughness profiles do you use in your parametric study?

I think you need to discuss the average response in the several road roughness profiles.

◆回答：In our analysis, four types of road surface roughness are considered for very good, good, average and poor road. In each road roughness classes, several profiles are considered to get the mean dynamic responses.

論文題目：“RC中空床版高架橋の周辺で生じた環境振動に対する低減対策”著者：浜博和，深田宰史，梶川康男，松田哲夫，宮本雅章
掲載：Vol. 57A, pp. 252-261, 2011年3月

◆討議 [金哲佑（京都大学）]

苦情とはどのようなものだったのでしょか？また、対策後の住民の反応はどうでしたか？

◆回答：苦情の内容は、下から突き上げられるような床面の振動があり、寝られないといった内容でした。対策後の反応としては、突きあげられるような振動は大幅に低減しており、複数軒から寄せられていた苦情は概ね解消しまし

た。ただし、対策工が実現するまでに長い期間を要しており、感情面でのしこりが残ってしまった家屋もあります。

◆討議 [岡林隆敏 (長崎大学)]

RC中空床版高架橋の特性は何かあるのでしょうか。

◆回答：RC中空床版特有の現象としては、例えばボイド内で反響音などの影響が考えられますが、こういった現象は確認されませんでした。今回の事例は、支承部分に生じた特殊なモードの振動に起因する地盤振動が原因であり、これはRC中空床版に限った現象ではないと考えられます。

論文題目：“風力励起常時微動を用いた実現理論による道路橋振動特性推定における車両通過振動の影響”

著者：岡林隆敏，室井智文，奥松俊博，下妻達也
掲載： Vol. 57A, pp. 262-275, 2011年3月

◆討議 [金哲佑 (京都大学)]

供用中の実橋梁へ適用する場合の何らかのコメントがありますか？

◆回答：都市域に架設された橋梁では断続的な交通遮断が必要であるため計測作業が困難と思われれます。本研究は基礎的な研究と位置付けていることから、走行車両が比較的少ない橋梁を選定し、供用中でも比較的容易に計測が行える環境としました。交通量の多い橋梁を対象とする場合、あるいは走行車両が及ぼす橋梁振動への影響を長期的に評価する場合は、固定カメラを利用したモニタリング等も有効になると思われれます。

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

常時微動の作用状態に対して、車両走行状態では外力の大きさも変わるので、対象橋梁の固有振動数そのものも変化するのではないのでしょうか。

◆回答：本研究では、常時微動による橋梁振動が橋梁の固有振動数をより正確に表していると考え、走行車両による固有振動数推定の劣化を統計的に表しています。ご質問いただきましたとおり、橋梁上を車両走行することにより対象橋梁の固有振動数について標準偏差の劣化とともに平均値の変化が認められました。正確な固有振動数を推定する場合には、車両走行時の計測データはできるだけ排除する必要があることを示唆したものととなりました。

論文題目：“Ambient vibration data re-sampling by cubic spline interpolation for accuracy improvement of bridge dynamic characteristics estimation using realization theory”

著者：Md. Rajab Ali, Takatoshi Okabayashi, Toshihiro Okumatsu
掲載： Vol. 57A, pp. 276-288, 2011年3月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

低次振動モード、中程度の振動モード、高次振動モードなどを取り出すために、フィルターを掛けるときには、どのような点に配慮をされるのでしょうか。

◆回答：本研究は、低次、中程度および高次の各振動モードの固有振動数を、ほぼ同精度で推定することを目的としたものです。実橋梁に適用する場合のフィルターについては、対象とする振動数域によりますが、予め橋梁の振動特性（固有振動数）を把握した上で、フィルタリング時の上限・下限振動数を決定する必要があります。

◆討議 [小幡卓司 (大阪府立工業高等専門学校)]

サンプリング周波数はいくらで取っているのですか

◆回答：本研究については、計測対象橋梁の10Hz程度の振動モードを対象としたため、サンプリング周波数を100Hzとしました。

論文題目：“ハイブリッド吊床版道路橋の車両走行に伴う動的応答特性の検討”

著者：内谷保，水田洋司
掲載： Vol. 57A, pp. 289-297, 2011年3月

◆討議 [横川英彰 (オイレス工業(株))

剛性と減衰を増加させるとありましたが、方法など考えがありますか？また、風でも相当揺れると思いますが、検討の予定などありますか？

◆回答：剛性や減衰を増加させる具体的な方法は現時点では考えておりません。ただ、主桁の床桁高を高くしたり、ケーブルの断面を大きくしたり、減衰器を設置したりすれば剛性や減衰を増加させることができそうですが、その検討は今後の課題です。

風に対する検討ですが、本橋の主桁断面形状に対しては検討が行われており(田中孝久，原田健彦，吉村 健，森田正一著「ハイブリッド吊床版道路橋の耐震性能」，56回理論応用力学講演会講演論文集，2007)，エッジビームと床版間のギャップを増すと、フラッタ発現風速が著しく増加する結果が得られており，耐風安定性も確保される可能性を示唆しています。

◆討議 [金哲佑 (京都大学)]

DAFの評価に連行車両の検討を行っているのでしょうか？

◆回答：主桁の曲げモーメント応答に基づくDAFは1台の車両のみで、連行車両による検討は行っていません。その理由は、主桁の着目点における曲げモーメント影響線の正值の領域が狭く、静的最大値を考えるのに連行車両を考慮してもあまり意味がないと判断したためです。しかし、吊材の軸力影響線の正值の領域はほぼ橋長の全域にわたるので、吊材の軸力応答に基づくDAFは10台以上の連行車両による検討を行っています。