

## 論文題目：“赤外線映像装置で測定されたサーモグラフィについての等温線表示による劣化部の鮮明化”

著者：今西直人，曾根彰，増田新，太田佳秀  
掲載：Vol.51A，pp.977-984，2005年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

ひびわれを模擬したアクリル板の厚さはいくらですか。また、アクリル板が埋め込まれている場合と同じ厚さのひびわれの場合で結果が異なることはないのでしょうか。

回答：アクリル板の厚さは1mmです。

ご質問の趣旨は、実際のひび割れ幅に比べて1mmのアクリル板は厚すぎるので、実際の構造物で問題となる幅が小さい(0.1~0.3mm程度でしょうか)ひび割れに対しては、実験の場合ほど明瞭な温度変化が出ないのではないかと、従いまして、本研究で提示した画像処理の効果は、幅の小さいひび割れに対して十分に検証できていないのではないかとということであったと存じます。

さて、コンクリート、空気およびアクリル板の熱伝導率(W/m・K)は一般的にそれぞれ1.73, 0.025および0.19程度といわれております。空気の熱伝導率はコンクリートのその2%に満たないため、コンクリート中に薄い、例えば幅が0.1mm程度であってもひび割れすなわち空気層ができると、それは断熱層として作用すると考えます。また、0.1mmの空気層および1mmのアクリル板の断熱層としての効果を比較しますと、両者の単位面積についての熱伝導コンダクタンス(W/K)はそれぞれ $2.5 \times 10^{-4}$ および $1.9 \times 10^{-4}$ であり、ほぼ同程度の断熱効果があると考えます。

従いまして、厳密ではありませんが、理論的には厚さ1mmのアクリル板は小さくとも幅が0.1~0.2mm程度のひび割れを再現できていると考えます。

## 論文題目：“加振機を用いて床版の剛性を評価する方法についての一考察(第1報：ウェーブレット変換を用いた同定方法の適用性)”

著者：今西直人，曾根彰，増田新  
掲載：Vol. 51A，pp.985-992，2005年3月

## 論文題目：“加振機を用いて床版の剛性を評価する方法についての一考察(第2報：計測データがノイズを含む場合の処理法)”

著者：今西直人，曾根彰，増田新  
掲載：Vol. 51A，pp.993-1004，2005年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

1自由度系として同定する場合においても、 $m$ 、 $c$ 、 $k$ のいずれにも基準値のような値がなくても同定できるのでしょうか。

回答：加振力と応答加速度の同時記録さえあれば同定が可能であって、それ以外のデータは必要ありません。

討議 [ 大島俊之 ( 北見工業大学 ) ]

質量を変化させて同定されていますが、どの程度の質量変化を想定されているのでしょうか。手法の実用性についてお示しください。

回答：まず、説明不足であったこととお詫び致します。その最も重要な点は、同定の対象となる床版モデルは表-1に示す特性を有するものであって、いうまでもなく支持条件が決まるとその床版のばね定数、質量および減衰係数の値は常に一定であるということです。従って、例えば、図-6の各図においての各値に対して質量の同定結果が変動しておりますが、これは同定対象の質量が変化しているのではなく、計測データに含まれるノイズの影響を受けて同定結果が真の値から外れているからです。

第1報に示しましたように、加振力および応答加速度についての計測データがノイズを含まない場合の同定解析においては、用いる離散ウェーブレット

$$\psi_{j,k}(t) = \alpha^{-j/2} \psi(\alpha^{-j}t - k)$$

における $\alpha$ の値に関わらず、ばね定数についてはほぼ正しい値が同定可能です。従いまして、 $\alpha$ の値として最も一般的な値である2を用いて同定すればよいと考えられます。

しかし、第2報が対象としております、計測データに大きなノイズが含まれる場合には、 $\alpha$ の値によってばね定数だけでなく質量および減衰係数の同定結果も変動するため、ばね定数の正しい同定値を与える $\alpha$ の値を見出すことが必要になります。

本研究は、ばね定数の正しい同定値を与える $\alpha$ の値を決定する方法を提案するものです。その方法とは、 $\alpha$ の値を変化させたとき、質量の同定結果が他のばね定数や減衰係数よりも大きく変動するので特徴を捉えやすく、かつ、 $\alpha$ の各値に対する推定値 $m_e$ と $\alpha=1$ のときに同定された質量 $m$ の推定値の絶対値 $m_0$ との比の値 $m_e/m_0$ のグラフの形状がばね定数の推定値 $k_e$ が真値 $K$ に近い値となることと関連性を有しているため、 $m_e/m_0$ のグラフの形状上の特徴を利用して、求める $\alpha$ の値を推定しようとするものです。

上記方法の実用性について抱かれた疑問は、対象構造物の質量変化を利用することに対して発せられたものと思えます。しかし、前述のように質量変化は想定しておりませんのでこの疑問は払拭されるものと考えます。

論文題目：“薄鋼板による疲労損傷パラメータ推定法の提案”

著者：崎野良比呂，金裕哲，堀川浩甫

掲載：Vol.51A，pp.1005-1014，2005年3月

討議 [ 中村聖三 (長崎大学) ]

1. 今回用いられた犠牲試験片の A, B, m といった定数は，試験片ごとにどの程度ばらつくのか。

2. 疲労損傷パラメータの推定結果に影響を及ぼす要因，言い換えると結果をばらつかせる要因にはどのようなものがあるか？

回答：m と A の値は，図 - 12 の応力拡大係数範囲とき裂進展速度の関係から得られます。が試験体毎の値で，この程度のばらつきになります。疲労損傷パラメータの推定では m=3 で固定していますが，実験結果から最小二乗法で求めると m=2.917 となります。m=3 の場合の  $R^2$  は 0.818，m=2.917 の場合の  $R^2$  は 0.819 とほとんど変わりませんので，m=3 が使えると判断しています。また，図 - 6 の実験結果から B の値を求めています。試験体毎の実験結果はほぼ直線上に乗っており，試験体毎のばらつきは非常に小さいと言えます。

結果をばらつかせる要因に促進ジグによる応力の増加率があります。は推定の際，m 乗されますので精度に大きな影響を与えます。研究初期の段階では取り付け方により が大きくばらついていましたが，現在はジグを工夫したことによりばらつきは小さくなっています。実験では，開始時に歪みゲージにより の値を確認してより精度を上げています。

論文題目：“主応力方向が変化するウェブガセット溶接継手部の疲労強度評価”

著者：平山繁幸，森猛，望月健志

掲載：Vol.51A，pp.1027-1036，2005年3月

討議 [ 中村聖三 (長崎大学) ]

今回提案された当該部の疲労強度等級は，スカラップ部の疲労強度等級と同様， と の比で分類されているが，今回の結果はスカラップ部に対しても適用可能なのか。

回答：I 桁のウェブに設けられたスカラップで問題としているせん断応力はフランジの板厚方向に生じるものであり，本研究で対象としているウェブに生じるせん断応力とは異なります。対象外です。

論文題目：“円形素地露出部を持つ防食鋼板の腐食劣化評価に関する実験的研究”

著者：金仁泰，伊藤義人

掲載：Vol. 51A，pp.1069-1079，2005年3月

討議 [ 藤井堅 (広島大学) ]

円形損傷に対する塗膜ふくれの進展は，下塗りの材料のみに依存すると考えて良いのか，あるいは中塗，上塗の影響はあるのでしょうか。

回答：本研究において，塗膜ふくれは円形初期欠陥からのさびの発生および進展によるものでありました。さびは下塗りの下部と接する素地鋼板表面から生じて広がり，塗膜ふくれの進展（さびの広がり）は下塗りの材料に関係すると思われます。しかし，中・上塗りは下塗りにより遮断されてさびとは離れているため，その材料の違いによる影響はほとんどないと思われます。

論文題目：“支点拘束を考慮した既設鋼鉄桁の計測・評価手法の提案”

著者：新銀武，岩崎正二，出戸秀明，宮本裕，保憲一

掲載：Vol. 51A，pp.1081-1092，2005年3月

討議 [ 大島俊之 (北見工業大学) ]

1. 支点の拘束を計測した結果を維持管理にどのように活用するか教えて下さい。

2. 支点拘束の度合いに対する判断基準は何か教えて下さい。

回答：本論文では支点拘束の有無を判定する手法及び支点拘束の有無に関わらず橋梁耐荷力を判定する手法について提案しています。維持管理においては橋梁の耐荷力判定を行う必要のある橋梁に対してはその精度向上に活用できると考えます。また，支点拘束の度合いに関しては論文中図 - 4 に示す通り支点部近傍のひずみ値の大きさで判定しています。

論文題目：“腐食鋼板の力学的挙動に関する実験的研究”

著者：大西弘志，松井繁之

掲載：Vol. 51A，pp.1111-1118，2005年3月

討議 [ 貝沼重信 (九州大学) ]

腐食試験の際に試験片の両側をテーピングしているが，その際に通常著しい局部腐食（マクロセル腐食）が生じます。そのため，その位置で試験片が破断すると推測されます。試験片の破断状況写真を示して下さい。また，腐食促進試験の試験体の場合，腐食させない箇所（テーピング箇所）との境界部が腐食しやすいが，本研究の強度試験では，どこから破断したのですか。

回答：今回の腐食試験におきましては，ご質問にありますようなマクロセルの発生は全く確認できませんでした。原因としましては保護に使用したテープの性能が優れたものではなかったことなどが考えられますが，詳細に関しましては別途，改めて検討する必要があるかと存じます。このような状況でございますので，本論文で紹介した引張試験におきましては境界部での破断は全くなく，全数の供試体

で下の写真に示すように腐食部中での破断を確認しております。



写真 試験片破断状況（60 サイクル腐食試験片）

討議 [ 藤井（広島工業大学）]

腐食による質量減少率と強度，変形性能の関係について，通常は上に凸の傾向になるのではないかと。

回答：ご質問は，論文中の図 - 10，11 中の近似曲線の形状についてのご質問であると存じます。

議論の対象となっている図では 2 次関数で回帰曲線を提示しました。しかし，これを 1 次関数としましても同程度の  $R^2$  値を確保できることを確認しております。このことから，論文中の実験データから質量減少率と強度，変形性能の関係における，質量減少に伴う強度・変形性能の低下傾向は見出せませんが，曲線の形状に関しては明確な特徴は見出せていないと判断しております。ご質問いただきました内容に関しての議論を行うには更なるデータの蓄積が必要であると考えておりますので御理解いただけましたら幸いです。

論文題目：“新潟県内の耐候性鋼橋の腐食状況と腐食環境”

著者：岩崎英治，長井正嗣，加賀谷悦子，成田英樹，高橋拓也

掲載：Vol. 51A，pp.1119-1128，2005 年 3 月

討議 [ 中村聖三（長崎大学）]

1. 飛来塩分量の測定が省略可能な範囲を評価する際，全体的な状態に着目すべきか，それとも局所的な状態にも着目すべきか教えて下さい。

2. 局所的な状態が悪い場所について，その原因について分析されているのであれば教えて下さい。不可避なものか，それとも漏水のように予期しない状態が発生したためなのか，どちらでしょうか。

回答：1. 既設の耐候性鋼橋の腐食状況から，設置の適否を判断するための目安についてのご討議と理解しました。鋼材の腐食は，飛来塩分が重要な腐食因子ですが，湿度や鋼表面の温度，風のまわり込み具合などが複合的に関係するために，橋梁の部位毎に腐食状況は異なります。桁端部などの局所的な腐食環境は，橋梁の設置状況により異なるために，橋梁の部位毎に腐食状況は異なります。桁端部などの局所的な腐食環境は，橋梁の設置状況により異なるために，ある橋梁の腐食環境が，付近の別の橋梁の腐食環境と同じになるには，上述の複合的な要因が類似になっている必要があります。一般には，同一の地域の橋梁でも局所的な腐食状況は異なると

考えられます。一方，桁端部から離れたウェブの腐食は，局所的な影響は顕著に表れないようです。また，桁端などの局所的に厳しい腐食環境に曝される部位では，塗装を施すことが推奨されています。これらのことから，既設耐候性鋼橋での腐食状況から，適否を判断する場合には，全体的な腐食状態に着目すべきと考えます。

2. 表 - 2 に評点 2 以下のさびの発生部位を示しています。これをまとめると，腐食状況は 3 種類に分類されます。

(1) 離岸距離 10km 未満の地域には，桁内面全体に発生し，さびの局所評価も橋梁全体評価も評点 2 以下になっている橋梁があります。桁内面全体に評点 2 以下のさびが発生していることから，飛来塩分が多いために，桁内面全体がこのような腐食状況になったものと推察されます。飛来塩分が多いために全体的に発生するさびは，現状では効果的な対処法は見受けられず，このような地域は設置に適さない地域と考えられます。

(2) 離岸距離 15km 以上の地域には，桁端部の漏水により評点 2 以下になっている橋梁があります。これらの橋梁は山間の豪雪地帯に設置されています。このような地域では，凍結防止や融雪のために，塩化物や消雪水を散布しており，路面は常に湿潤状態にあります。このため，構造上の些細な不具合により漏水が発生し，このような腐食状況になったものと推察されます。漏水は伸縮継手部の不具合や配水管，スラブドレーン管が短く，排水処理が不適切なために生じていることから，設計・施工に留意すること，また建設後の維持補修を適切に行うことで，これらの腐食は防げるものと考えます。

(3) 離岸距離 5km 以上の地域には，ウェブ下部や下フランジに局所的に評点 2 以下のさびの発生している橋梁があります。これらの地域は，飛来塩分は特に多くはありませんが，桁に付着した塩分や結露が風のまわり込み等により桁下部に蓄積するために，このような状況になったものと推察されます。このような原因による腐食は，局所的なことから，桁端部同様に，局所的な塗装処理を施すことで対処できると考えます。

論文題目：“橋梁マネジメントシステムにおける劣化度評価手法に関する一考察”

著者：室井智文，窪田賢司，紫桃孝一郎，稲葉尚文，横山和昭，山根立行

掲載：Vol. 51A，pp.1139-1146，2005 年 3 月

討議 [ 大島俊之（北見工業大学）]

BMS システムの中の劣化予測精度を上げることが将来に必要な検討内容と思われまます。お考えをお聞かせ下さい。

回答：現在，BMS システムにおいて設定している劣化予測式（塩害，中性化，RC 床版の疲労等）の精度向上を図る目的で，供用中の実橋を対象として BMS システムを試行運用しております。今後，BMS の試行運用結果と実橋の詳細点検に基づく健全度評価結果を比較して，劣化予測式の精度向上を図る予定です。

論文題目：“点検データに基づく床版劣化の推定と BMS への応用”

著者：佐藤誠，大島俊之，三上修一，樋口匡  
掲載：Vol. 51A，pp.1147-1155，2005 年 3 月

討議 [ 松島学 ( 香川大学工学部 ) ]

1. パネル 1 枚から全パネルにおきかえる時に，すべてのパネルの劣化度を同じ重みでおくのは，問題があるのでは．

2. 中央と端部では全体に対する評価に対しては重みが違うのではないのでしょうか？

回答：1. 本論文で用いている劣化度は，耐荷力や耐久性を考慮した総合的な判定手法ではなく，昭和 63 年に土木研究所で策定されました「橋梁点検要領（案）」に準拠し，点検時の損傷状態を適切に表現することを目的としているため，パネルでの評価は同じ重み（重み付けなし）でおこなっています．

2. 中央と端部では損傷の種類，要因，パターン等が異なる場合があり，それらの違いを考慮する必要がありますが，これらは，1. の回答と同様に「橋梁点検要領（案）」の評価手法の中で考慮されています．「橋梁点検要領（案）」では，劣化度の判定を 損傷の位置あるいはパターン，損傷の深さ，損傷の拡がり の 3 つの項目から評価をしています．この評価により中央と端部等の評価は，劣化度のランクの違いとして評価されています．そのため本論文では，別途重み付けはおこなっておりません．ただし，劣化予測をおこなう場合には，劣化過程や進行速度が異なる場合もあるため，今後はこれらについても検討していきたいと考えています．