

□【ここまで進んだ鋼床版の疲労対策】において

Q1) 架設用吊金具からの疲労き裂について、首都高速様の事務連絡の事例を紹介していましたが、これまで多数発生しているのでしょうか。

回答) 現状、協会として把握している事例はございません。

事務連絡資料では詳しいき裂の説明が記載されていなかったのですが、き裂が発生したという事実をもとに、今回原因と対策を検討致しました。吊金具残し部の疲労損傷事例は非常に少ないと考えております。

Q2) 垂直補剛材の上端部の疲労対策について、局部応力の分布グラフを拝見しますと、箱桁の外側に輪荷重が位置する時、上端カット構造で引張応力が発生しています。ウェブ上にレーンマークを配置すると輪荷重が箱桁外側に配置されることがありますが、上端カット構造で問題ないと言えるのでしょうか。

回答) FEM 解析結果より、上端カット構造にすることで、輪荷重による局部応力が上端溶接のものに比べて 1/3~1/2 に低減が図れていますので、疲労き裂の発生を遅らせることができると考えています。

今後、輪荷重の箱桁内側載荷と外側載荷による疲労試験を実施して、き裂進展速度を検証した上で、上端カット構造による疲労寿命の向上効果を評価する予定です

Q3) 架設用吊金具からの疲労き裂について、首都高速様の事務連絡資料のき裂の出方と実験でのき裂の出方は同じような状況だったのでしょうか。

回答) 事務連絡資料では吊金具に対して直角方向にき裂が発生していますが、実験では吊金具に平行にき裂が発生する結果となりました。また、解析でも主応力方向は橋軸直角方向となっております。事務連絡資料でき裂の説明が記載されていないため不明ですが、事務連絡資料と今回の検討ではき裂の出方は異なっております。

□【重防食塗装の耐候性に関する変遷】において

Q4) 重防食塗装系におけるふっ素樹脂塗料上塗りは、ライフサイクルコストの表で耐用年数が概ね 50 年以上期待されていますが、現在どの程度の実績があるのでしょうか？

回答) 発表の写真にありました葛飾ハーブ橋がもっとも古く、約 30 年経過しています。

Q5) 新しい技術の中で水性ふっ素樹脂塗料がありましたが、今後、現在使用している塗料から置き換わるのか、展望や将来性について教えてください。

回答) 橋梁やプラントに近年採用され始めており、本格的な採用は今まさに始まったばかりであるため、市場には多く出回っていません。早いところで 2005 年前後ごろからであり、民間プラントでは試験的に採用し、橋梁では首都高さんが採用しました。また、JR さんでは中塗り以降を規格として持っています。

将来性は、環境負荷低減、安全・安心の流れから、広く普及され始めると考えますが、国の基準では規制がないため、溶剤系塗料が主に使用されています。今後規制されることになれば、実用化は進むものと考えます。

□【ここがポイント!保全工事の設計・積算】において

Q6) 当板補強の話の中で「死荷重応力を解放する施工」と「一般的な施工」の2つについてどう使い分けるのかを教えてください。

回答) 「一般的な施工」についてですが、大きなポイントとしまして、活荷重を受け持てる能力がどれだけ残っているかがポイントになります。この能力が厳しい場合は補強を行ってどうにか、限界内に納めていく必要があります。しかし、補強が大きくなっていきますし、補強が大きくなるということは、死荷重が増えていきます。よって、収まりがつかなくなります。そのため、死荷重解放を行っていく必要があります。ただし、死荷重を解放する施工は、施工難易度も高くなりますが、補強分の死荷重増加は少なくなります。こちらを採用する場合は、今後、どのくらいの供用をするのか、長寿命化をするのかを判断されることがポイントとなります。

□【一般質問】において

Q1) 八馬先生の特別講演に関する質問

回答) 特別講演は外部の方に講演を依頼して成立しております。

従いまして、会場での質問、アンケートによる事後質問、ともに受け付けておりませんので、対応いたしかねます。申し訳ございません。

Q2) 橋梁の修繕と架け替えの考え方について

・既設橋の修繕にあたり工事に着手すると、予想より損傷が激しいことがある。

(架け替えた方が LCC を考慮すると結果的に安くなる場合がある)

・劣化予測は極めて信頼度が低い。

①修繕箇所、修繕方法の策定にあたり、損傷度合と劣化予測、LCC の関係を正確に判断する方法はあるのか？

②「さびサンプル」は販売していないのか？

回答)

① 損傷レベルと供用年数から劣化予測を行う方法はありますが、あくまでも将来の環境条件が同じである前提です。LCC に関しましても、劣化の進行が予測の範囲内である前提ですので、結果は条件次第であり、確実に起こり得る結果を予測することは、現時点では難しいと思います。

②販売しています。

橋建協 HP のバナー（下記）からアクセスし、“さびサンプル”⇒注文ページをクリックすれば“注文フォーム”が表示され、必要事項を記入すれば、自動的に注文メールが届くようになっております。橋建協で注文を受けたのちに、支払い法等の連絡返信を差し上げます。

<http://www.jasbc.or.jp/sabi/>



□【重防食塗装の耐候性に関する変遷】において

Q3) 標準（設計）塗膜以上で施工した場合、

- ①耐久性が向上すると考えてよいか？
- ②厚く施工することによるデメリットはあるか？

回答) ①ラップ部分を考慮し、設計の2倍程度までは各社の塗料はたれ、流れ等を生じず施工できるものと思います（但し限界領域）。膜厚は厚くなりますのでその分、塗膜が経年で減耗し中塗りあるいは下塗りが露呈するまでの時間延長が可能です。

但し、耐久性は施工上の弱点部分（こぼやエッジ、ボルト周り、桁端部など）で論じられる場合もあり、規定膜厚が得にくい本部位において膜厚確保が十分でなかった場合、一概に向上するとは言えないものと思います。

②作業上、時間を要するため人工を多く見積もる必要があります。標準設定よりも厚く施工する場合、たれ、流れ等が生じ、塗膜外観が悪くなります。1度の施工は塗料メーカーの推奨する設定膜厚で使用するものが原則だと考えます。塗回数を増加する手段と厚膜形塗料を採用する手段がありますがいずれもコスト高となることは必至です。

Q4) 年間あたりの塗膜劣化（減少）量が紹介された後に、耐用年数（50~60年）としているとのことでしたが、耐用年数は年間塗膜劣化（減少）量から算出するのでしょうか？

その算出式を教えてください。

また、その時年数が50~60年とバラツキがあるのはなぜでしょうか？

回答) 期待耐用年数は上塗りにおいては減耗量で論じられる場合が多いと思います。

ふっ素樹脂塗料の場合、光沢が低下し始めるまでの期間（誘導期間という）が7年  
ふっ素樹脂塗料の年間減耗量は  $0.5 \mu\text{m}$ （安全率を考慮し）膜厚を  $25 \mu\text{m}$ とした場合、 $7\text{年} + 25 \mu\text{m} \div 0.5 \mu\text{m}/\text{年} = 57\text{年}$ となります。50~60年とばらつきがある理由は不明です。参考：ウレタンの場合  $2\text{年} + 25 \mu\text{m} \div 2 \mu\text{m}/\text{年} = 14.5\text{年}$

実際には20年耐久の橋梁実績が多数存在します。これは、実施工で  $25 \mu\text{m}$ 以上膜厚が確保されている可能性があります。考え方の他の例として現実的には有効膜厚（中塗りが露呈しないまで）を20%、塗膜のばらつきを±30%とした場合、上塗りが残存した状態での塗替えを想定すると  $7\text{年} + 25 \mu\text{m} \times 0.8 \times 0.7 \div 0.5 \mu\text{m}/\text{年} = 35\text{年}$ が算出されます。考え方は様々ですのでこの件の正解はこれとすることは難しいと思います。

アンケートによる追加質問・回答 《大阪》

□【ここがポイント！保全工事の設計・積算】において

Q5) 当て板補強の不陸調整について

表面の状態と使用材料はどのようにお考えでしょうか？ 実績等を踏まえてご教示いただきたい。例えば、下表のように表面状態区分と材料の組み合わせで、各材料のメリット、デメリットや施工上の注意点など。

|      |     | 材料 A | B | C |
|------|-----|------|---|---|
| 表面状態 | I   | ○    | ○ |   |
|      | II  | ○    | △ |   |
|      | III | ×    | △ |   |
|      | IV  | ×    | × |   |

回答) 腐食部における当て板補強の不陸調整材について使用実績を調べたところ、「E258R (コニシ株式会社)」「レジンパッチ (ショーボンド建設株式会社)」「Devcon (株式会社 ITW パフォーマンスポリマーズ&フルイズ ジャパン)」がありました。しかしながら、材料選定は工事ごとに施工条件等を考慮して行っているようで、条件別に判定できるようなデータはございませんでした。よって材料選定は、施工条件を把握した上で材料メーカーと協議して決定されるのが良いと思います。