

□【連続合成2主桁の設計例と解説について】において

Q1) 中間支点上の断面力について、旧版ではピークの90%で設計していたが、改訂版ではその低減をしていないとの説明がありました。今回、低減を考慮しなかった理由について教えてください。

回答) 道示Ⅲ編では、コンクリート橋の場合、支承の平面的な大きさにより支点反力が分荷荷重として作用するため、それらの影響を考慮して支点上の曲げモーメントを90%まで低減できる規定があります。旧版作成時は、鋼橋でもこの規定を準用した実績が見受けられたことから、これを適用した設計としました。しかし、近年のFEMによる検証では、コンクリート橋ほど低減効果が見られない報告があることや、最近では、コンパクト支承のような小型支承が増えつつあることなどを勘案して、改訂版ではこの低減を考慮しないこととしました。

Q2) 2主桁での設計例を示されましたが、SBHS鋼の適用性についてお考えをお聞かせください。

回答) H29 道示より鋼材の規定にSBHS鋼が追加されましたので、今後、従来のSM490Y材と同様に使用されていくのではないかと思います。今回は、旧版との比較のため鋼種はSM490Y材としましたが、合理化桁は桁高が高くなるので、SBHS鋼を使用した方が桁高を抑えた経済的な設計が可能となり、輸送上のメリットも期待できるのではないかと考えています。また、製作性に優れた材料でもありますので、そのような観点からも今後、使用実績は増えるであろうと思われまます。当協会でも今後SBHS鋼を使用した設計例の作成なども検討したいと考えております。

Q3) 改訂版の桁断面は旧版より薄くなっていますので、旧道示に対する安全性は確保されていると思いますが、床版の配筋は改訂版の方がD22@100mmピッチに増えています。これは旧道示で設計された床版に対して問題点や維持管理上留意すべき点があるということでしょうか？

回答) 今回の道示改定では、永続作用支配状況で床版コンクリートに引張応力度が発生した場合、耐荷性能の照査上コンクリート断面を期待しない取り扱いとなりました。また、床版に引張応力度が発生する場合、道示Ⅱ編14.3.3の規定による鉄筋量を確保する必要があります。このように、主桁の耐荷性能の照査方法や抵抗断面の考え方が変わったということであり、従前の道示により設計された床版を良い悪いと言っている訳ではありません。

□【製作・溶接・防食に関する研究】において

Q4) 部材角部防錆性確認について、今回の発表では D-5 系の内面に限定していましたが、結論は角部でも最小膜厚が確保出来ているという結論でした。これを受けて、C-5 系の外面系についても、研究の範囲は広げられていますでしょうか？

防食便覧としては「2R 以上が望ましい」との表現ですが、橋建としては外面については 2R 以上を標準との考えで研究を D-5 系に限定されているのでしょうか？

回答) 2R の面取りを 1C に変更できないかについては、塗膜厚の確保や塗膜の硬さ（硬度）、塗料の性質（D-5：エポ系，C-5：無機ジンク，エポ系，ふっ素）など塗膜が外気にさらされたときの状態を勘案して検討しています。2R の面取り不要との考え方の適用は、内面塗装である変性エポキシ樹脂塗料を使用した D-5 塗装系を適用する場合のみと考えており、C-5 塗装系では無理だと考えています。

Q5) 耐候性の新しいサンプルの話があったが、入手したい場合は橋建で販売しているのでしょうか？

回答) 現在販売はしておらず、今後の販売は考えていません。このさびサンプルは部会員が実際に現地に行って評点 2～3 ぐらいの錆の状態ものを設定して 3D スキャナでデータを採取したものを 3D プリンターで出力したものになります。要望があれば 3D データを提供いたします。また、要望が多ければ HP でのデータの公開を考えています。こちらのデータを 3D プリンターで出力していただければさびサンプルの再現は可能です。

Q6) 耐候性橋梁の予防保全として、桁端部漏水、排水・水抜き部漏水のご提案が有りましたが、排水機能不全による腐食進行以外に構造のディテールによって部分的な腐食進行があるような知見は橋建としてお持ちでしょうか？

例えば、本日話しの有りました水洗いに関連して、外桁外側は水洗いによって中桁より安定錆が形成されやすいや添接板の板境部にはホコリゴミ等が堆積して安定錆が形成されにくいなど。

回答) 漏水などによる桁端部の損傷については予防保全として塗替え塗装を実施することを推奨しています。塗替え塗装以外の対策としては支点部に水や流れさびを浸入させないようにする構造が考えられます。具体的には塗替え塗装を実施するときに水切り板を取り付けることで水の浸入を防ぎ、異常なさびの発生を防止するという対策が挙げられます。

□【天城橋（仮称：新天門橋）の工事報告】において

Q7) 補剛桁や併合部は調整ブロックの説明がありましたが、アーチ閉合は調整ブロックや台形処理を設けなかったのでしょうか？

回答) アーチリブには調整ブロックは設けておりません。理由は4段の斜吊索（F7、F6、F5、F3）を残しており、閉合前に間隔及び形状を計測し、その結果に対して、4段の斜吊索を調整する事で、柔軟に対応する事が可能でした。また、アーチリブの添接部（仕口）はアーチの曲線に対して直角に加工されており、自ずと落とし込みやすい台形となります。そのため施工上は、問題無いと判断しました。

Q8) 熊本地震があったが、地震などに対して施工中の設備の安全性をどのように考えていたのでしょうか。

回答) 大きな設備として、ケーブルクレーンについて説明します。ケーブルクレーンはクレーン構造規格に則り設計しており、設計水平震度は0.2を考慮して計算しております。

これを加速度に換算しますと、震度5強程度に相当します。しかし、今回は88mもの鉄塔高さがありますので、風による影響が大きく、地震荷重の約2倍の風荷重となっており、それにより、設備の検討を行っています。この風荷重を逆算すると、震度6弱程度の耐力を有する設備となります。実際に熊本地震による現地での震度は6弱を記録し、設備には計算耐力と同程度の影響があったと考えます。しかし、幸いにも設備への影響は全く見られず、安全確認をして工事を再開することが出来ました。

□【連続合成2主桁の設計例と解説について】

Q9) 床版の面外方向 L2 地震力の照査について、両端橋脚で支持する場合 L2 地震力は 1.2 以上になる場合が有ります。鉄筋量は連続合成 2 主桁の設計例より大きく超過すると思いますが、どう考えるでしょうか？ 例 D25,D30 の配筋も使用するでしょうか？
(一部判読不能のため、転記間違いがあるかも知れません。)

回答) 床版の横力の照査は、偶発作用支配状況であるレベル 2 地震動が支配的となる傾向にあります。[道示 II 14.6.2(4)] の鉄筋の引張応力度の制限値 180N/mm^2 は、変動作用支配状況を前提としているようにも受け取れます。また、配力筋に D25 や D30 を使用することは、施工性からなるべく避けた方が望ましいと考えております。したがって、レベル 2 地震動に対する引張鉄筋の適切な制限値については、現在、当協会からも日本道路協会に問い合わせ中です。

Q10) スライドの 28 ページ目の 11D+EQ の制限値が $\leq 180\text{N/mm}^2$ となっています。「合成桁の設計例と解説」では、 120N/mm^2 が制限値でしたが、そちらは誤り(?)ということでしょうか？ $120 \times 1.5 = 180$ が正という解釈でしょうか？

回答) 「合成桁の設計例と解説」では単純桁のため、横力による配力筋の引張応力度が小さかったことから、安全側の配慮として、制限値としてもっとも厳しい[道示 II 11.5(8)] の制限値を採用しました。しかし、連続合成桁の場合、発生応力度が比較的大きくなることから [道示 II 14.6.2(4)] の鉄筋の引張応力度の制限値 180N/mm^2 を採用しました。連続桁のように規模が大きくなると、横力の照査は、偶発作用支配状況であるレベル 2 地震動が支配的となることから、レベル 2 地震動に対する引張鉄筋の適切な制限値については、現在、当協会からも日本道路協会に問い合わせ中です。

□【製作・溶接・防食に関する研究】において

Q11) 組立溶接規定が緩和された場合に我々ファブリーケーターにとって、どのようなメリット（コスト、工程など）があるのでしょうか？

単純に溶材（＝断面積）だけで考えると、60%程度減らせます。しかし、80mmを50mmに減らしても、かかる時間は1秒程度です。また、脚長4mmも3mmも調整できるレベルではありません。組立溶接が1万箇所あっても、時間では3時間弱。組立の大半の時間は、段取りと位置合わせ、組立溶接後のスラグ取りに費やされているので、組立溶接の緩和がなされても、メリットがどこにあるのか分かりません。

研究の背景と目的のところで、目的が明確に分かりませんでした。研究対象を決定するプロセスの中に、費用対効果という視点があるのでしょうか？

橋建協はアカデミアではありませんので、品質、コスト、工程など、実業に根ざした研究をしていただいたほうが、実利があるかと？

回答) 製作部会では、道路橋示方書・同解説Ⅱ編の施工の章で、昔の技術で規定され 実態にあっていないものや、曖昧な規定を洗い出し、既往の研究で規定緩和の可能性があるとしてされているのに関わらず、不必要な脚長や長さで溶接している組立溶接に着目しました。また、各社の生産設備に関係なく工場製作の生産性向上への寄与するため、業界としてメリットがあると考えました。

ご質問にあるように生産性向上に寄与する割合は小さいですが、現状の技術に合った規定にすることも重要だと考えています。

Q12) やっていただきたい研究です。

『隅肉溶接の最低サイズルート 2t の緩和』これは、私は永年疑問に思っていました。板厚 Max が 50mm の時代は、最低サイズも 10mm なので許せました。しかし、100mm まで許容され、今では 70,80mm が当たり前です。例えば少数主桁で板厚が 73mm の場合、首溶接は 13mm 隅肉です。

支間中央などせん断が小さいところでは計算ではなくルート 2t で決まっています。13mm 隅肉ともなれば、CO₂ なら 4 パスは必要でしょう。ですが、そもそも最低サイズは、『急冷による割れ』を回避するための規定であり、複数パスの場合に適用するのは、全くおかしい話です。やっと、今回の改定示方書で、『割れを防止できるなら、ルート 2t を満足しなくても良い』という趣旨の記載が入りました。AASHTO では、ルート 2t or 8mm がミニマムとなっており、複数パスで最低サイズを満足することの意味の無さが以前より規定されております。

早々に、それを緩和してくれるよう、研究して国に働きかけていただきたいと思います。そうすると、ファブリーケーターのメリット大、ひいては SDG s の理念に合致し、資源の無駄使い、CO₂ 削減、時数削減による働き方改革実現など良いことばかりだと思います？

回答) ご質問にあるように、隅肉溶接の最低サイズルート 2t の緩和は生産性向上に寄与すると考えます。

平成 29 年道示の解説に緩和条件が追記されましたが、これが条文化されるために、製作部会だけでなく当協会としてどう活動していくか検討して行きたいと考えます。

Q13) ミルシートの電子化について質問します。

① ロール材のミルシート電子化は考えられていると思いますが、市中材ミルシートに関しても電子化をお考えでしょうか？

② 橋梁以外の分野（建築等）へのミルシート電子化も考えているのでしょうか？

回答) ① 鋼板の新規ロール材のミルシートの電子化について、課題解決に向けて日本鉄鋼連盟と共同で取り組んでおり、これが実現できた後に形鋼や市中材のミルシートの電子化についても検討していきたいと考えております。

② 橋梁以外の分野については、対応可能なミルメーカーや適用しているファブもあると聞いています。本取り組みについては、日本鉄鋼連盟と当協会との共同研究で取り組んでいますので、橋梁以外の対応については考えておりません。

Q14) D-5 塗装部の面取り加工の必要性について、箱桁内面に焦点をあて、その後の質疑応答で、C-5 塗装は面取りが必要との回答でしたが、今後、箱桁内面以外の D-5 塗装部（床版と接する箱桁上面埋め殺し部等）への展開はあるのでしょうか？

回答) 埋め殺し部は大気暴露環境では無いため、2R の面取りは不要と考えますが、耐候性鋼橋梁における桁端塗装の場合は、2R の面取りを施すことが望ましいと考えます。

□【天城橋（仮称：新天門橋）の工事報告】において

Q15) 天城橋の設計で斜吊り張力を考慮されていますが、照査項目、製作への反映事項、架設時の管理値などへの活用が有りましたら、ご教示頂きたい。

回答) 設計に斜吊り張力を考慮されていることで、下記対応が必要です。

照査項目

主な照査項目は下記が挙げられます。

- 1) 設計方針の施工ステップにて、解析の実施及び断面力の重ね合わせの照査
- 2) 各解析モデルの境界条件や張力値・斜吊り方向等の確認
- 3) 製作キャンバー値の確認
- 4) 斜吊り索定着部の照査

製作への反映事項

製作キャンバー、斜吊り定着部の反映

架設時の管理値

管理値に関しては、一般的なものと変わりないと考えます。ただし、所定の斜吊り張力によるキャンバーを考慮して製作していますので、架設時の管理は通常の出來形に加え、斜吊り張力も合わせて管理が必要です。