

土木学会コンクリート委員会 3種委員会
鉄筋コンクリート設計システム研究小委員会(340委員会)
第5回全体委員会 議事録

日 時：平成 21 年 10 月 1 日（木）15:00～18:00

場 所：宇奈月グランドホテル会議室

出席者：渡辺委員長，斉藤幹事長，~~青戸委員~~，~~石澤委員~~，市波委員，井上委員，~~入江委員~~，~~尹委員~~，~~内田委員~~，小川委員，~~奥井委員~~，柏原委員，~~金子委員~~，~~土原子委員~~，~~川端委員~~，木野委員，~~小林委員~~，斉藤委員，笹谷委員，塩畑委員，島委員，~~下村委員~~，滝本委員，谷村委員，~~土屋委員~~，~~内藤委員~~，~~長井委員~~，中島委員，中野委員，~~西崎委員~~，~~服部委員~~，~~濱田委員~~，~~平野委員~~，~~吉本委員~~，~~牧委員~~，松橋委員，三喜委員，~~二本委員~~，~~横田委員~~，米田委員，渡辺(健)委員，渡辺(伸)委員

(敬称略，計 19 名 取消線は欠席者)

資 料：

資料 5-0 第 5 回全体委員会議事次第

資料 5-1 第 4 回全体委員会議事録（案）

資料 5-2 構造物施工管理要領（塩畑委員）

議 事：

1. 委員長挨拶

- ・ 渡辺委員長より，挨拶があった。

2. 前回議事録の確認

- ・ 資料 5-1 に基づき，塩畑委員より前回委員会の議事録(案)が紹介された。
- ・ 一部主語の抜けている文章があり，修正を行う。
- ・ 「討議」4 番目について，「荷重」と「作用」の定義に大きな違いはない。
- ・ 長井委員より紹介のあったインタビューについて，一部オフレコ扱いのものを議事録で割愛している。
- ・ IABSE 国際会議のアブストラクト投稿期限が一ヶ月延長された。10 月末に締め切り日に変更となった。

3. 良い設計について

(1) 「構造物施工管理要領」(資料 5-2) に基づいた話題提供

- 塩畑委員より資料 5-2 に基づき、あと施工アンカーに関する話題提供があった。
- NEXCO において RC 巻き立て工法を実施する際、あと施工アンカーを用いて主筋をフーチングへ定着している。
- あと施工アンカーは、「構造物施工管理要領」(資料 5-2) に基づき施工を実施している。
- 「構造物施工管理要領」(資料 5-2) において、「基準試験」は施工を行う前に実施する試験、「定期管理試験」は施工中に定期的実施する試験、「日常管理試験」は日常的に実施する試験として用語を定義して使用している。
- 「定期管理試験」は、300 本につき 1 回以上、または 1 橋脚につき 1 回以上のどちらか多い方で実施している。
- 施工時の品質管理を目的とした「構造物施工管理要領」に対して、設計を目的とした要領が別に存在し、定着長を 20φ として良いとの構造細目が記載されている。
- 実際の施工においてあと施工アンカーの設置位置は、フーチング主筋にぶつかることがあり設計通りの位置に設置できない事例が多い。
- フーチングの鉄筋にあと施工アンカーがぶつかる場合、位置をずらして設置している。しかし、あと施工アンカー同士の距離が近い場合、耐力を低減しなければならない。→ その場合、再照査を実施する。
- 「構造物施工管理要領」(資料 5-2) のあと施工アンカーの耐力算定式は、既往のあと施工アンカー関連の指針類を参考にしている。
- 品質管理を目的とした施工管理要領にアンカー位置が変更された場合の耐力算定式を掲載することに問題はないのか？
- 現場から施工管理要領通りに施工するのは大変との指摘がある。
- あと施工アンカーが設計通りに入らない場合、本数を増やす、径を大きくする、定着長を長くするなど状況に応じて対応できるように「構造物施工管理要領」(資料 5-2) の改善を検討している。

(2) 話題提供に対する討議、構造細目について

- 現場で位置が変更になる度に照査しなおしているのか？→平成 19 年に制定されてからは実施している。
- 定着長で 20φ 取れない場合、引抜耐力の低減についてどのように対応しているのか？
 - 現場では、アンカーが入る位置に入れているため定着長がとれない例は少ない。
 - 上端筋にぶつかると 20φ をとることは不可能(かぶり厚程度)。
 - 上端筋にぶつからなければ 20φ をとれる場合が多い。18φ しかとれないなどの例は少ない。
 - 定着長が短くなった場合、本数を増やす選択肢があってもよい。
 - 実際は、設置位置をずらして本数を合わせ対応している。

- 20φの根拠は？→コーン破壊と鉄筋降伏の比較より決まっていると思う。
- 20φと決めること自体に問題があるのではないか。
- ・平成19年以前はどのように対応していたのか？
 - ほとんど定着長がなかった例はある（5φなど）。
 - 支承の定着で定着長が取れていなかった例が多いようだ。
- ・耐震補強で既設橋脚に削孔して補強筋を挿入したもので、削孔本数の多い例があった（15cmピッチなど）。
 - 現在のコンクリート標準示方書の構造細目では、補強筋（せん断補強筋）は、30cm間隔が最大である。
 - 鉄筋にぶつかった場合は、削孔をやりなおすので、穴の数が多くなる。
 - 実際の歩掛りでは、3本に1本の割合で鉄筋にぶつかっている。
 - 鉄筋探査は2段目程度が探査の限度であり、それ以上深い鉄筋は削孔してみないとぶつかるかどうかわからない。
- ・削孔のコストは、太くなるほど、長くなるほどコストが増加する。また鉄筋にぶつかる確立が高くなる
- ・JR東のあと施工でX型配筋を挿入する耐震補強工法について、削孔径を細くしたいとの要望は多い。
- ・JR東の積算上は、鉄筋径が太径の方が安くなる。ただし、実際の施工歩掛りを考慮すると一概に安くなるとは言えないと思われる。
- ・鉄道関連の基準であと施工アンカーはどう考えているのか？
 - コンクリート強度と鉄筋強度から定着長算出の一覧表が掲載されており、その表からおおよそ20φが算出される。
 - 複数のあと施工アンカーが近接している場合のコーン破壊の重なりによる低減も考慮した耐力算定式も併せて記載されている。
 - 複数のあと施工アンカーが近接している場合の耐力低下は、定着長を伸ばすことである程度カバーできるようになっている
- ・一般的にあと施工アンカーの使用は、新設構造物を対象とはしていないため、設計・保全・補強関係の指針に記載されていることが多い。
- ・構造細目で定着長を20φとしていることと、コーン破壊の耐力算定式の精度は別の問題である。
- ・「20φとして良い」と「しなければならない」はぜんぜん違う。20φの定着長があれば、多少の施工誤差はある程度吸収可能なはずである。
- ・但し書きに適用条件が書いていないのが問題である。
- ・道路橋を対象とした限定された範囲の構造細目として定着長を20φとすることは、設計の効率化の面では良いと思う。ただし、コンクリート標準示方書へ記載されるのは問題である。
- ・20φというのは、コーン破壊をさせないための値として決められていると思う。

- NEXCO のあと施工アンカーの考え方は、どのように構築されたのか？→NEXCO では実験を実施していない。耐力算定式は実験式だと思うが、既往の指針類からの流用である。
- 過去、東北新幹線の電柱支持梁をあと施工アンカーで設置した際に落ちたことがある。その後、アンカーメーカーをまとめて独自のあと施工アンカー指針を作った経緯がある。
- 引抜によるコーン破壊の実験は、20 年程前に多数実施されている。長い定着長のアンカーが複数近接している実験は実施していない。あくまで短い定着長でコーン破壊することが前提の実験である。
- あと施工アンカーの耐力は、設置の向きやせん断、引張でも異なる。
- あと施工アンカーの耐力算定式の精度は、実際の耐力とそれほどずれていない。また、安全側の式である。

(3) 引抜耐力、付着強度について

- エポキシ樹脂を注入したあと施工アンカー（削孔した穴へ鉄筋を入れてエポキシ樹脂を注入した場合）が抜ける場合、どこがぬけるのか？また、付着強度はどうなるのか？
 - 引抜耐力は、新設の場合よりも強い。
 - エポキシ樹脂の強度はコンクリートよりも高いため、付着強度も強い。
 - エポキシ樹脂と鉄筋間の付着で破壊することはない。
 - 削孔径が鉄筋径よりも大きいため、付着面積が増加する影響もある。
 - エポキシ樹脂を注入すると、鉄筋の節をふさいだようになるのでは？
 - 丸鋼はすべるが、エポキシ樹脂とコンクリート間の付着は強い。
 - 定着長を短くしてもずり抜けずにコーン破壊する。
 - 定着長が長い場合、引抜側の一部はコーン破壊するが、奥側はずり抜けとなる。コンクリートとエポキシ間の付着が強いので、エポキシの少し外側のコンクリートが剥がれる。
- 新設と比較してあと施工の場合、何で耐力が上昇するのか？
 - モルタル（グラウト）を注入した場合、少しだけ既設コンクリートより強い程度である。
 - エポキシ樹脂を注入した場合、ゴトクラックは生じていないと思われる。
 - エポキシ樹脂の強度は大きいですが、弾性係数はコンクリートよりも小さい。初期の拔出しは大きいのでは？付着強度（平均付着強度）は何で決まるのか？
 - エポキシ樹脂でせん断変形するのでは？
 - （引抜耐力は）一般的に鉄筋の降伏で決まる。
 - 鉄筋のひずみとエポキシ樹脂のひずみは同じか？
- 鉄筋が降伏しないと仮定した場合、荷重-定着長関係はどのようなグラフとなるのか？
 - 荷重-定着長関係は、一定値に収束 or ある勾配で上昇していくのか？
 - τ -S 関係が完全段塑性であれば足し合わせが可能となりある勾配で引抜耐力が

上昇していくはずである。

→ τ - S 関係が軟化するのであれば、引抜側から抜けていくため引抜耐力は一定値に収束するはずである。

- 20φは引抜側の付着劣化（上部付近のコーン破壊）を考慮していると推測される。
- 定着長が短くなるとコーン破壊となるため1本あたりの耐力低減の影響が大きいですが、定着長が長くなるとコーン破壊の干渉の影響は小さくなるのでは？
- 複数のあと施工アンカーが近接していて耐力を低減しなければならない場合、鉄筋径拡大、本数増、定着長増などで対応できないのか？
 - 現場で工事が進んでいる場合が多く、すでに材料を調達済みの場合が多いため、鉄筋の変更などは可能な限り避けたい。
 - 定着長が短くても削孔径を太くして引抜耐力を増加できないのか？

(4) 良い設計について

- 設計では、現況を確認してから設計業務を行っているのか？
 - ほとんどの場合、図面上だけで設計が行われている。設計が実際の状況と異なることも多い
 - 鉄道関連でも設計との差があると照査しなおすのか？
 - 施工誤差程度は施工会社で照査している
 - 鉄筋径が変わるなど大きい変化の場合は実施している
 - 設置位置の変更があった場合、現場で照査することはある。
 - 設計時の段階で施工時のずれや誤差を考慮しておく必要がある。
 - 一般的に設計で想定したものと違う条件で施工する場合、施工会社は発注者に報告して再照査を行わなければならない。
- 施工誤差等の設計上の余裕はどの程度確保しているのか？
 - あまり設置位置がずれるような余裕は見込んでいない。
- どの程度の余裕があるのか現場に伝わっているのか？
 - 現場で初めて照査してOKの場合に始めて余裕があったとわかる
 - 計算書を見てその都度確認している状況である。
 - 新設構造物の場合、施工誤差を記述できる。記述された施工誤差の範囲において変更が可能である。
- 新設構造物の照査結果は0.99を目指して設計しているのか？
 - 実際は、ある程度の余裕を見込んでいる。
 - 既設構造物の補強等の設計の場合、実際の強度を調査してその値を使うことはほとんどない。
- 照査結果が0.99に近い設計を目指さない場合、会計検査等での指摘はないのか？
 - 鉄筋が1ランク上がる程度であれば指摘されない。
 - 鉄筋が2ランク上がると指摘される。

- 基本的に照査は必ず満足している。しかし、設計において照査結果で 0.99 を目指すことはない。
- 材料や荷重などそれぞれ部分安全係数を見込んでいるはずである。最終の照査結果は 0.99 を目指すべきなのでは？
 - 現行の照査方法で明確になってはいないが、頭の中にはどこかにクリティカルとなる 0.99 があるはずである。
 - それらは、部分安全係数に含めるべきであり、最終の照査結果で調整する設計思想が良い設計なのか？
 - 不静定構造物や地盤ばねなど不確定要素が大きい構造物の照査結果は 0.99 を目指さない。単純梁であれば 0.99 を目指す。
 - 部分安全係数を各種指針に示されている値以上にした場合、説明ができないことが多い。それよりも最終で 0.90 程度とした方が説明しやすい。
 - 照査方法の適用範囲（限界）もある。
 - 耐震設計では照査結果で 0.99 を目指せる。想定した地震荷重が過大である可能性もある。また、その他の様々な余裕もある。1.0 を超えても良いぐらいの気持ちである。
 - 耐震設計の場合、さまざまな冗長性が期待できる。一方、列車荷重など荷重条件が明確なものについては 0.90 程度を目指している。
 - 水圧の場合、0.99 を目指せるか？土圧の場合には 0.99 を目指せる。各種余裕のあることがわかっている
 - 仮設構造物の場合、0.99 を目指すことはない。仮設構造物は、本設構造物ほど詳細に外力を検討していない。予想以上の荷重が作用した結果、事故が起こっている。
 - 仮設の照査は現場で実施することも多い。仮設は構造物の設計は、計算上 OK でも優れた現場の所長は NG を出す場合もある。
 - ラーメン高架橋の構造は 7 径間以上のものは実績がない。過去の経験から構造形式をしばっている。
 - 30m の RC 桁はやらない。照査できない要求性能もある。照査方法の不備を逃げてきている。
 - 過去の実績を超えるものを設計する場合、0.99 を目指すことはできない
 - 照査方法の不備や適用範囲を経験から部分安全係数の設定まで現状の 5 つの部分安全係数の考え方のみで実施できるか？
 - 経験ではなく、原理原則で若手技術者へ説明できないと駄目なのではないか？
 - 要求性能の考え方、安全係数の考え方など裏で考慮されていることが沢山ある。
 - 文章化できれば、耐久性に関する課題なども説明できるようになるのではないか？

4. 今後の活動予定

- ・ 引き続き、全体委員会にて議論を続ける.
- ・ IABSE の来年 9 月の予定は、16 日～26 日（最長）で調整する.

5. その他

(1) 次回日程

- ・ 次回全体委員会は 12 月 4 日、10 日、11 日の候補日から選択する.
場所：東京、時間：2 時～5 時
忘年会も合わせて実施する

以上

(文責：米田大樹)