

第7回 RC 規準改定委員会(公開)

日時 2006年11月29日(水) 13:55~16:55

場所 建築会館 302-303 会議室

資料 1.鉄筋コンクリート構造計算規準の改定案
2.保有耐力・モデル化 SWG で検討中の重要事項とその対応(案)ver.2006/11/29
3.プログラム

司会を北山、記録を後藤としてプログラムに従って進行した。

1. 趣旨説明(市之瀬)

改定背景 1~8 について説明した。

2. 建築基準・審査指針等検討委員会の動向 保有耐力・モデル化 SWG(福山)

11/29 バージョン資料にて説明を行った。事例として起こった問題に対する検討する。構造部材、非構造部材の明確な分離。非構造部材(例えば雑壁)に応力を負担させる場合の対処は、ディテールと考えを一致させる。剛性考慮、耐力非考慮のようなものは回避する。剛性低下の考え方で、都合の良い考え方、部材ごとに勝手に変えている例のように危険側の判断がある。基礎ばねはモデル化をしっかりとる。開口が小さい場合に耐力壁とみなす、開口低減は RC 規準 19 条にあわせる方針。必要保有耐力考え方(重要)では、原則はメカニズム時の応力状態から D_s を求める、崩壊層以外の層の D_s 評価に言及。保有水平耐力は原則として A_i 分布に基づく外力分布、場合によって必要保有耐力分布でも可、限界耐力計算とは違い応答変形は求まらないというスタンス。 D_s 判定は HFW 指針で 0.35 との考えもあるが今後検討、柱梁接合部は破壊する時には FD とする考えもあるが原則として破壊させない。基本的に保証設計を行うことについて現時点では議論中である(割増係数値は検討中)。

【質疑】(Q は質問、C はコメント、→は委員の回答)

Q:保有水平耐力を算定する際に外力モードが不整形(ジグザグ)になる場合も実施設計で起こりうるが、それは良いのか?

→必要保有耐力を求める際に全体崩壊形が確認出来ていれば良い。必要水平耐力 $F_{es}D_sA_i$ の外力分布でも OK である。(各層で D_s を求めている考え方から認めざるを得ない)

Q:7-2 で崩壊メカニズム形成前に必要保有耐力以上となる場合の算定では外力をどのように仮定して必要保有耐力を求めているのか?

→必要保有水平耐力は A_i 分布で仮定して求めている。その後崩壊形によって外力分布が変わる場合は、変更してもう一度押しても良い。

Q:崩壊形を求める際、任意方向の地震力作用に対して直交部材の影響をどのように考えるのか? 場合によっては崩壊形が変わる可能性もあるのではないか?

→最近は立体解析で行うのが一般的であるが、現在検討中である。どの時点で崩壊形形成とするかの議論があるが、全直交部材の挙動を追うのは困難であろう。

Q:改定の方角としてはある程度の技術を持った設計者が二次設計を行うと、いずれも同じ結果になるようにするのが狙いか？

→今まで適切に行っていた設計者の考え方は尊重する。危険側になることを排除するのがねらい。

Q:原則として解析方法が荷重増分解析のみで節点振分法などは認められていないのか？

→排除はしていない。実状では増分が多い。考えとしていろいろな方法はあるが、結果として出来るだけ A_i から外れたくない。

Q:これまでは応力解析を行い設計者がひび割れ等の状態を想定して剛性低下を考えていたが、部材剛性を適切に考慮するには弾塑性解析をしなければきちんとした評価が出来ないのではないか？

→原則としてするとのこと。どこまでするかなどの詳細は検討中。

Q: A_i 分布は現在弾性解析の R_t スペクトルに立脚しているが、剛性低下を考慮する時の R_t の位置づけはどのようになるのか？

→基本的にはこれまで通り $0.02h$ で行うことが原則なので直接効いてこない。精算する時には剛性低下をさせない。 A_i をベースに外力を与えて、得られた応力を適切に低減する。

3. 柱梁接合部 WG (第6条、15条、16条) (黒瀬)

第6条 1)許容応力度の数値を基準法、施行令、告示に合わせる。2)SD490材を掲載。3)91年版許容付着応力度の復活→告示と整合させる(99年度版のものは付着割裂基準強度)。

第15条 1)梁柱の長期・短期、接合部の短期せん断設計は現行通り、2)但し二次設計を行う場合の柱・梁短期せん断設計を変更→一次設計せん断力は n による割増を行わない。ひび割れ幅を基準とした短期許容耐力 3)せん断補強筋の間隔の変更=施行令と整合

二次設計を行う場合の一次設計の意味を検討→修復性の確認、設計力を割増す必要なし
残留ひび割れ幅の制限から耐力式を決定 通常の寸法では 0.3mm 以下になる

→実験データとの検証を増やして確証が出来たところで規準に取り込む

補強筋間隔の緩和規定を削除することも考える

第16条 1)付着応力度の算定は91年版を採用→旧版の許容付着応力度を使用、テンションシフト長さは d とする、勾配を決めるせん断力は割り増さない値、2)付着長さの検定99年版と同じ 必ずするのでは無く二次設計で付着の設計を行う場合は省略してよい

重ね継手は91年版を使用、付着割裂破壊が起こる恐れがある場合に99年度版を使用

【質疑】(Qは質問、Cはコメント、→は委員の回答)

Q:二次設計を行う場合の短期許容せん断力の式でコンクリートの許容せん断応力度に 2/3 を掛けている点で、せん断耐力式の p_w 項の 0.002 の意味にも連動するので、意味を考えないといけないのでは。また、設計力の増大率 n を 1.0 にすることについての大きな理由は？
→せん断設計は 71 年に改正されて以来大きな変更は無い。その当時には二次設計は無く、設計力を割増ことでせん断破壊を避けて安全性を確保していた。現在では二次設計でメカニズムを確認して安全性を確保している。このような場合に一次設計の意味としてはわざわざ設計力を割り増して安全性を確保する意味は無い。限界耐力計算で安全性・修復性・使用性を確認しているのに対応させると、安全性を二次設計で確認する一方で、修復性の確認をしなくても良いのかとの疑問はある。

Q:壁量が十分で二次設計で保有耐力の確認を省略できる場合の対応はどうか？

→ $n=1$ はあくまでも二次設計を行う場合のせん断設計について検討しているのであって、二次設計を行わない場合のせん断設計方法は従来と同じである。

C:混乱を避けるためにはきちんと説明をして欲しい。

C: $n=1.0$ ではいけないとか、せん断ひび割れが生じない場合 $n=1.2$ として性能保証としている(公団)など従来から n についての議論があるので、ここで $n=1.0$ とする場合はきちんと整合するようにして欲しい。

→WG で検討を続けていく。田中先生も加わって検討して欲しい。

4. 定着 WG(17条)(市之瀬)

フローを中心に説明した。大きく、耐震部材の柱および梁、その他の 3 つに分けられる。非耐震部材の定着が今回の改訂の目玉である。S 値によって緩和する方向とする。標準フックの余長を $8d_b$ に変更する(180°、135° などとの整合、実験結果による)。

小梁の大梁への定着実験結果の説明。支圧破壊を対象とした S 値で水平定着長さが小さくなくても、掻き出し破壊が生じるので出来るだけ部材中へ埋め込むことが必要であることを解説で説明する。特に、片持ち梁の先端に小梁が付く場合にはさらに危険である。

ピロティの上に連層壁がある場合など、柱寸法が小さくなった場合の柱の端部定着についての問題。耐震壁 WG と連携して検討をする。柱の定着長のみならず、接合部のせん断、梁筋の引張についても検討が必要であると考えられる。

【質疑】(Qは質問、Cはコメント、→は委員の回答)

Q:小断面の柱に梁(主筋 4 本[丸鋼])がフックで定着されていたのが地震で掻き出し破壊のようになった例があったが、そのような場合にも対応できるようになっているのか？

→それは基本的にせん断設計でチェックさると考える。大梁の定着は基本的に接合部の設計で終了しているとも考える。但し、局所的な破壊に対しては S 値を用いて念のため定着

破壊のチェックをする。いずれにせよ、相手側の出来るだけ奥まで入れることが重要であるが、鉄筋量によってはまずい場合もあるので注意が必要。

C:定着がうまくいかないところは接合部のせん断でチェックできていると言うのはおかしい。接合部のせん断チェックの前提は定着がしっかりしていることとなっている。従って、接合部のせん断チェックがされているから定着が大丈夫との外挿はおかしい。杭頭一大梁の接合部でせん断耐力をいくらチェックしてもかなり低い強度で接合部破壊する事が見られた。従って、接合部せん断応力度を外挿して定着のチェックをするのは危険。

→ト形接合部に限定すると接合部破壊がせん断破壊なのか、十字形に比べて耐力を係数で低減しているのは良いのかななどの疑問はある。

C:実験データが無い場合に接合部せん断強度式は経験式なのでそれを拡張する場合は慎重に行う必要であるのではないか。

C:杭頭の接合部なども力の伝達をきちんとチェックすることで破壊は回避できると考えられる。チェックをすることを規準に書いて欲しい。

→解説で書く。

C:今回の改訂のきっかけが非耐震部材の定着規定についてであったので、是非今回の改定案について実務の例を適用してみて検証して欲しい。実務では一番厳しい規定値を使って標準値を作成するのが一般的であると思う。その場合に不都合が生じないか意見を出して欲しい。

C:大梁の柱への定着について現状の調査を行ったものがある(関連 7 団体による全国の実態調査)。その結論は、規定を満足しなかったものは適切な設計を行えば満足出来るものであった。このような結果を是非盛り込んで欲しい。耐震部材でも起こりうることを伝達して欲しい。

→何らかの方法で伝える方法を考える。

この件は関連 7 団体の HP、JCI のコンクリート工学(2004 年 12 月号)にも掲載されている。引用文献などで対応を考える。

C:実務では全ての箇所の定着設計をするのではなく、一番厳しいところで標準化して代表させるので、誰もが間違えないようにするのが肝心である。最終的に安全側で統一するなど、わかりやすいものにして欲しい。

→JASS 5 との連携を取りながら現場で間違いの無いような書き方にする。

C:RC 規準だけで設計する人もいる実態を理解して、RC 規準の書き方に注意して欲しい。

→十分に考慮する。

Q:非耐震部材の定着設計は長期荷重によってトラブルがあって改定に至っているのか。

→そのような認識ではない。99年版では配筋ができないこと、特に事故が起きていないことから緩和の方向としている。そうは言っても、実験で示したような破壊(掻き出し破壊)があることを伝えようと思う。

5. 19条耐震壁(壁谷澤)

RC規準は元は許容応力度設計、部分的に終局強度設計を入れてきた歴史的背景がある。

耐震壁は問題が無かったため、旧いままの規定で来た。強度の意味が曖昧になっている。

Q_Dがいつの間にか修復限界や損傷制御のレベルまで上がってきた。そのままだも齟齬はないので、今回の改訂では骨格はいじらない。運用上問題になる点(袖壁、曲げ設計、開口補強など)、明らかにまずい点(柱際の開口)については改定。開口低減率は複数開口、縦開口に対応するものを示し、実態に合った評価が出来るようにする。開口補強筋は斜め筋の扱いが明確ではないため、縦横補強筋の役割を含めて明確にする。ピロティ(下抜け)に対する設計は定着WGと連携する。縦横壁補強筋のバランス、二次設計における開口の扱いおよび補強方法を示す。

【質疑】(Qは質問、Cはコメント、→は委員の回答)

Q:p.57 図(b)で方立壁の扱いを包絡開口とするか建築防災協会の考え方かの判断で、強度のみで議論すると方立壁が配筋ディテールによって全体骨組が強度を発揮する時に破壊していることも考えられる。このような壁を規準で評価できるのか。

→二次設計の問題である。最近の実験で強度、靱性を軸とした評価は議論されている。余程細い部材で無い限り、許容応力レベルでは開口低減率で扱っても問題は無いと思う。

Q:p.71 図の開口補強筋フックの向きはこれが最良なのか疑問？

→指摘の通りと思う。定着長さの取り方でコア内と見てよいのか、径に何をとりかが疑問。

Q:開口耐震壁、壁付柱の区別について、今では細かい検討が出来る状況になるがこの0.4について議論があったのか？

→議論はあったが開口低減率で判断しても良いと考えた。これを否定するだけの根拠が無いのが事実。多数の実験や解析の結果を見ないと結論は出せない。あるところからフレーム的な挙動、すなわち曲げで決まる方向に行くとの意味である。

Q:一般の人からこの根拠となっている学会規準の図で開口耐震壁と定義する判定値0.4を超えても実験値を外れていないと指摘があった。

→そう思う。ただ、補強筋はそれに応じて曲げ降伏しないように入れなければいけないの

で、この判定を外しても問題にはならないと考えられる。

Q:細長い開口などの場合に、 r の適用範囲であっても各値が異なる場合もあるので、それぞれの適用範囲を考える必要は無いか？

→そうではあるが、一方が大きいとなる場合でも当該部分のせん断応力度のレベルでは適度の値になると考えられるので、プロポーションで規制するのは避けた。

Q:ピロティの説明の図には上端筋しかなかったが？

→もちろん下端筋も含めてアーチ、トラスなどを評価する。

Q:開口について保有耐力(二次設計)での補強の方が形が良いとの意見があったが、一次設計から二次設計で形が変わるのは実際の設計では困る。例えば、最初から推奨する例を示してもらいなど出来ないか？梁のせん断補強でも同じ、一次から二次で考え方が変わるのは困る。実務では一次から二次へ移る時に、配筋方法や考え方などを変えるのは困る。

→反映させます。

Q: h_0/h の値がある程度の値を超えると、開口耐震壁と考えるよりカップリングガーダーとして考えた方が良くなると思うが、特に後者の場合に大量のせん断補強筋が必要になるなどの考えが生じる。その点について議論は無かったのか？

→二次設計で問題とすることである。一次設計ではいずれも使える(強制しない)ようにするが、特に一次設計しかしない場合などもあるので注意深く書くことにする。

Q:耐力壁の厚さの制限($h/30$)について、規準で面外座屈の検討をしている解説では補強筋量がかかなり多いので、一律で使う場合に危険側の判断を生むことにはならないか？

→検討する。

6. 二次設計 WG(福島)

今回初めて二次設計の解説を RC 規準に盛り込む。設計者の首を絞めないようにする。RC 規準は学会規準の中で計算との言葉を使っている。設計行為とは違い、ある正しい余条件、モデルに対して工学的判断をして解を出力することを意味する。RC 規準のみで設計を行っている場合もあることを考えると、実務者に周知する意味で解説を付録として入れる意義はある。JSCA のレビューで、崩壊形形成前で止めて D_s の評価を行い有利にしている例、開口低減率を意図的に有利な値に決めて境界梁の設計もしていない例、壁に無理やり高強度せん断補強筋を大量に入れてせん断余裕度を確保している例など実際の設計があった。いずれも、書いてないことをしても良いのだとの姿勢ではなく、書いてあることしか出来ないとの傾向があるので、ここに書くことの影響が大きいと考える。従って、基本的考え

方を示し、運用は設計者が行うスタンスで示す。大きく 2 章からなっていて、保有水平耐力、必要水平耐力に分けられる。ここで示すルールでは設計できないなどの意見を寄せて欲しい。学会から SI 単位の RC 部材の終局強度式を示したものは無いので、付録で現在使っている式は掲載するつもり。

【質疑】(Q は質問、C はコメント、→は委員の回答)

C:壁厚 120mm 以上だけでも $h/30$ から外れるから耐力壁ではないなど、RC 規準に書いているいないで全てを決める場合もあるので、持つ意味合いがわかる表現を工夫して欲しい。Local な人によっては読みきれないこともある。

→耐力壁の判定では耐震診断のモデル化でも問題になっている例があるので、線引きについてはきちんと対応したい。

Q: β について、現在では弾塑性モデルを作成して解析を行うので荷重レベルに応じて適切に β を評価して計算を行うことになっているが、ここで記述されているような最初から固定しても良いとの書き方はまずいのではないか？耐震壁の終局強度について転倒が起これる場合はそこで計算がストップするので耐力が出ないなどの事象が起これるので、これについての解説は是非丁寧にして欲しい。

→0.1 以上との表現で、何でも良いと捕られるのは不本意なので表記方法を工夫する。転倒については安易に D_s を低くする事例もあることを鑑み、指摘の通り書き方を検討する。

C:S55 年の保有水平耐力と変形性能の作成時でも問題になったことで非構造部材部材の問題がある。二次設計で必ず出て来るスリットの問題もある。現実にある整形ではない骨組の二次設計については是非言及して欲しい。新耐震当時は手計算が前提だったが、構造プログラムの開発によってコンピュータ任せで勉強をしなくなってきた。わかっていない人が判断していることがあるので、ここでは普通の構造設計者が誰が読んでもわかるような表現にして欲しい。

→実務者の協力を得て希望の方向にまとめる。

Q:保有耐力を求める際に F_{es} ではなく D_s で層が持つエネルギー吸収能力を評価していると考えられるが、支点(基礎)の情報を入れることが建物の持つ能力を正しく評価できるのが疑問。限界耐力計算では基礎の影響は入れていないので、ダブルスタンダードにはならないのか？

→他の設計法の考え方と乖離するのは良くないので気をつける。ここで言いたいのは静的な解析の中で、必要耐力と保有耐力との比較で建物の耐震性能を判断することに限定すれば、早々と転倒する壁と残っている骨組の力のやり取りを正しく表現できるモデルをベースにするべきとも考える。ただし、誤解を招く考えは避ける。

C:保有耐力計算において、大きな変形で計算上耐力が得られる場合でも、外装材の追従や目地幅の整合などを合わせて考えないと問題である。適切な水平変形量とはこれらの条件を満足して成立することを解説して欲しい。

→適切な変形量の定義は難しい。構造部材だけではなく機能維持をベースにするべきで、構造設計者が決める問題かもしれない。これらのニュアンスを入れる。

7. 全体討論

C:改定内容にこれまで変わっていなかった例えばスラブの問題など議論に挙がらなかったのか？最近の動向に対応した考えは無かったのか？

→長期の問題に対しては大野先生主査の小委員会で取り扱っているもので、間に合えば入れることを考える。その他については、時間的に入れるのは難しい。

C:X形配筋を入れることを検討していないのか？二段配筋を推奨する表現があり、せいの大きな基礎梁でも二段配筋を無理やり遵守している例もあるが、どう考えているのか？

→X形配筋についてはRC運営委員会で設計指針の刊行が進んでいる。二段筋の付着強度の低下は他の指針を準用して考慮できる。

C:二段が望ましいとの表現はそれ以上になるとペナルティがあるように見られる。

→考え方とセットで説明を行う。

実務の世界で、二段以上は認めないとの解釈から大きな梁せいの場合でも二段以下にする行政指導をしている例もあったので、表現を変える必要がある。

C:RC規準が昔から慣習的なことの積み上げで論理的な説明が弱かったので、理由を説明する内容が盛り込まれることを期待する。SRC規準の第4版改定で新しい考えを入れたので、そちらも考慮して欲しい。

→考慮する。わからないことはわからないと書く。間違いはいずれ修正すれば良い。

C:実務の立場から、耐震診断、改修の機会が増えたが、そちらの基準等に出て来る言葉、例えば壁抜け柱、第2種構造要素などについてRC規準には全くでて来ない。考えくらは連携して欲しい。出来れば数値上の整合性があれば良い。RC規準では良いが耐震診断では駄目となるようなことは困る。

→同じ考えでやっているはずであるが、まずいところは修正して整合させる。

C:全くでて来ない概念がある。

→既存では脆性破壊部材を込みで考えるが、RC規準では違うところが大きい。

8. 最後に

今回の討論記録は市之瀬研究室のHPで公開する

今後の改定の状況等はなるべく公開するので、意見等を寄せて欲しい。