

2020年度 鋼構造塑性設計小委員会 第3回 議事録

日時：2021年2月19日（金） 14:30～19:00

場所：オンライン会議（Zoom 会議）

出席者：聲高裕治（主査）、五十嵐規矩夫、石原清孝、井戸田秀樹、岩間和博、岡崎太一郎、金尾伊織、
中野達也、向出静司、山西央朗、佐藤篤司（記録）（下線：欠席）

資料

- No.03-01 2020年度鋼構造塑性設計小委員会第2回議事録（案）（佐藤）
- No.03-02 活動計画案_20210219（聲高）
- No.03-03 目次案（4版）210219（聲高）
- No.03-04-01 3章 耐力曲線（山西）
- 02 3章せん断の影響を考慮した全塑性耐力資料（山西）
- No.03-05 梁-210219（金尾）
- No.03-06-01 7章ブレース_支部研その1（中野）
- 02 7章ブレース_支部研その2（中野）
- 03 7章ブレース_支部研その3（中野）

議題

1. 前回議事録（2020年度第2回）の確認

資料 No.03-01 に基づいて、前回議事録（案）を確認した。

- ・ 2017年改定講習会の e ラーニングについて：事務局から、言い間違いを訂正するためのテロップの挿入はできないが、言い間違い内容を記載したスライドの挿入は可能であるとの回答があった。訂正の具体的な方法については、再度事務局に確認することとした。
- ・ 設計例の質問対応について：聲高主査より前田先生（北海道科学大学）に回答をお送りした。
- ・ 前回議事録の誤字・脱字を修正する。
- ・ 審議の内容については、異議なく承認された。

審議事項

2. 活動計画案（資料 No. 03-02）

資料 No. 03-02 に基づいて、聲高主査より、小委員会の活動計画案について説明があり、これまでの審議に基づく各章の改定方針を確認した。

→各章の改定方針については、特に異論は出なかった。

第4版の改定スケジュールは、前回までの審議で2026年の刊行としていたが、刊行スケジュールの見直しを審議し、2年前倒しで改定作業を進めることとした。

→鋼構造限界状態設計指針（LSD）の改定作業も予定されているため、その予定と改定内容も意識する必要があるとの意見があった。

3. 目次案（第4版）（資料 No. 03-03）

資料 No. 03-03 に基づいて、聲高主査より、塑性設計指針第4版の改定目次案が説明された。改定内

容は、資料 No. 03-02 の活動計画に基づくものである。担当委員より以下の意見などが出た。

- ・ 「5.4 スラブ付梁」において、 M_p を確保できる条件を明示することは難しい。(5章 梁)
- ・ 柱では角形鋼管柱を中心に改定を行うが、H形断面柱についてもデータが揃えば含めていきたい。(6章 柱)
- ・ 「7章 接合部パネル」「8章 柱脚」を独立した章として新設する。「接合部パネル」「柱脚」「ブレース」各章の順番については、いろいろと議論を行ったが、原案通りとすることとした。
- ・ 「9章 ブレース」に「9.4節 ブレース接合部」を設置する意見が出されたが、囲みとしての記述ができるほど設計法が確立されていないことから、「10章 接合部」で記述することが適当ではないかとの意見が担当委員（中野委員）よりされた。
- ・ 「10章 接合部」について、「接合部パネル」「柱脚」をそれぞれ独立した章とすると、記述内容がほとんど無い章になる意見が出された。「10.4節 その他の接合部」は鋼構造接合部設計指針（接合部指針）の内容をまとめた内容であり、接合部指針を参照することで足りる内容であることが執筆当時の担当委員（聲高主査）よりされた。
- ・ 「10.4節 その他の接合部」に最新知見を追記できるかを検討することとした。
- ・ 10章全体の構成は、担当委員（中野委員）に原案を提案してもらうこととした。
- ・ 「11.6節 全層崩壊機構を形成するための柱梁耐力比の要求値」については、設置する位置を記述を進めながら検討する。
- ・ 「12.3節 多層骨組の変形」では「偏心を有する立体骨組の塑性変形」を含めることを原案としているが、次版以降に先送りする可能性が高い。
- ・ 「13章 設計例」のブレース付建物は座屈拘束ブレースを用いた例題となっているため、座屈するブレースを含む設計例題があったほうがよいとの意見が出された。担当委員（石原委員・岩間委員）と聲高主査で別途、検討することとした。
- ・ 付録に「付2 下界定理の応用方法」を設置することとした。岡崎委員、山西委員で担当し、記述内容を検討することとした。
- ・ 資料朱書き箇所が新規追加項目となっており、上述した意見以外は異論が出なかった。

4. 鋼構造塑性設計指針4版改定に関連する研究成果等

4. 1 重点審議：3章の改定内容

資料 No.03-04-01, 03-04-02 に基づいて、山西委員より「2軸曲げを受ける H形断面の全塑性相関式」「せん断力の影響を考慮した全塑性耐力」についての報告があった。

- ・ 多田先生が示す近似結果は、精算結果とよく対応する。
- ・ 「精算結果」とは井上一朗先生の図書に従った算定結果である。
- ・ FEMの結果は、片持柱形式の部材解析から求めた結果であり、解析結果から求まる全塑性モーメントは、接線剛性が初期剛性の1/3になる時点に対応する値であることが説明された。
- ・ 弱軸曲げを受ける H形断面部材の全塑性耐力にせん断力が及ぼす影響について、有限要素法に基づく解析結果が報告された。弱軸曲げに対するせん断力の影響は強軸曲げに比べて小さい。

<質疑・コメント>

- 井上先生の図書にある算定結果についても近似を用いた解であるという意見があった。
- 全塑性モーメントとの比較には、接線剛性が初期剛性の1/6になる時点に対応する値を用いることが一般的であるとの意見があった。

- 強軸曲げを受ける解析結果 ($M_y=0$) が近似結果と一致しない点についての指摘があった。解析モデルの材端部を固定支持としているため、拘束効果による影響ではないかとの意見も出された。
- 採用している解析方法では、幾何学的非線形の影響も含まれてしまうため、曲げモーメント最大位置が材端に発生しない場合があると説明された。断面性能で決まる耐力が全塑性相関式となるため、上記の点が排除できる解析方法を採用する方がよいとの意見が出され、部材長さを短く設定して等曲げを作用される解析を実施すること（幾何学的非線形の影響を無視できるくらい小さくする）が提案された。
- 改定指針では、例題を用いて説明を追記する方針とした。なお、既往研究において数理的な展開に基づく成果も蓄積されていることから、既往研究も確認しながら内容を検討することになった。既往研究の論文リストについては、岡崎委員より山西委員に提供していただくこととした。

4. 2 重点審議：5章の改定内容

資料 No.03-05 に基づいて、金尾委員より、「5章 梁」の改定内容について報告があった。

- ・ 今回は鋼種として SN490 級鋼材を用いた解析結果について、その塑性変形量について報告があった。解析対象断面は H-500×200×10×16、弱軸に関する細長比 λ_y は 100~350 の 5 種類を対象としている。
- ・ 塑性指針が定義する塑性変形能力指標（塑性変形能力（塑性変形倍率）、最大塑性変形角、累積塑性変形角）について、整理された結果が示された。考察結果には、前回資料の SN400 級鋼材の結果も合わせて示されている。塑性変形倍率 (R) については、 W_F に基づく整理では右肩下がりの傾向は見られるが、ばらつきが大きい。一方で、 A_{cmax} に基づく整理では鋼種に依存しない右肩下がりの相関が確認できた。同様な結果については、累積塑性変形角でも確認された。最大塑性変形角については、 W_F に基づく整理では鋼種に依存しない右肩下がりの相関が確認できたが、 A_{cmax} に基づく整理では右肩下がりの傾向は見られるが、ばらつきが大きくなる。塑性変形能力指標の下限値を捉える評価式が回帰分析の結果から示された。
- ・ 第 4 版では、塑性変形倍率 (R) が 3.0 以上とするための制限を記述する。第 5 版以降には、保有性能に対応した制限式（性能関数として保有性能を明示する）の記述を目標とする。

<質疑・コメント>

- W_F は局部座屈で終局に至る部材の評価指標であり、解析結果が W_F で整理できるということは終局状態が局部座屈支配型だったと理解してよいかとの質問があった。指標 A_c は局部座屈と横座屈の崩壊形式を重み付け（三乗和の三乗根）した指標となっているため、指標 A_c による整理の方が適当との意見が指標提案者である五十嵐委員よりされた。梁では塑性変形倍率を最大耐力以降に全塑性モーメントに達した時点としており、 W_F が最大耐力到達時としている違いも結果には出ている可能性があるとの意見があった。

4. 3 重点審議：7章の改定内容

資料 No.03-06-01~03-06-03 の内容について、中野委員より「ブレース接合部」の研究成果について PPT 資料を用いた報告があった。

- ・ ブレース接合部の面外剛性評価法について前回の重点審議で説明済みであり、今回は実験結果について報告が行われた。半剛想定ディテール試験体は、ブレース端部の面外剛性（回転剛性）をパラメータとしており、ガセットプレート板厚、スプライスプレート板厚、サイドスチフナの有無により設定されている。ピン想定ディテール試験体は、接合詳細を大胆に変えており、米国流の楕円可

撓域の接合部形式についても実施している。

- ・ ブレース端部の面外剛性（回転剛性）を高めることで、耐力とエネルギー吸収量は上昇する。一方で、最大変形量は剛性を高めすぎると低下する。変形量について考察した場合、今回の幅厚比ではブレース端部の固定度の影響は小さく、ブレースが取り付く周辺部材の応力負担などを考えると面外剛性が小さい方がよい。設計のメニューを幅広く揃えられるように研究を推進していく予定であるが、座屈するブレースのブレース端部は固めない方が設計は楽になると考えられる。

<質疑・コメント>

- ブレース端部の面外剛性を高めることが望ましいという設計思想は座屈拘束ブレースに対するものであり、座屈するブレースに対する設計では望ましいものではない。座屈拘束ブレースの普及で誤った考え方が設計者の中で浸透してしまった結果と言える。つまり、座屈するブレースにはサイドスチフナなどの構面外剛性を高める要素は不要であり、ピン接合に近い形式の方が望ましい。
- 二方向入力を受ける場合には、ブレース構面に対して面外変形が生じることになることから、設計応力を抑えるためには、構面外の剛性を小さくする方が設計的に楽である。
- ブレース端部の面外剛性は、設計者判断であり、ピンに近い剛性にするのみに限定しなくてもよいのではないかと意見も出された。設計の煩雑さを含めて決定するのが設計者であり、オプションは示しておくほうがよい。
- ブレースの座屈後耐力については端部拘束度の関数であり、評価する際に拘束度を反映した関数として表現するのは現状むずかしい。
- 米国流の楕円可撓域のガセットプレートは、近年の米国で非常に多く採用されている。今後は機会を見つけて日本の設計者にもより認知してもらえるように紹介する方がよい。

次回の重点審議は、7章（岡崎委員）、10章（向出委員、聲高委員）となった。

5. その他

- ✓ 改定指針執筆：作業が開始できる委員から順次始める。
- ✓ 次回小委員会：

日時：~~伝助で調整中~~5月中旬～下旬（後日決定）

5月17日（月） 16:00～

会場：オンライン形式

以上