

2021年度 鋼構造塑性設計小委員会 第1回 議事録

日時：2021年5月17日（月） 16:00～19:05

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）

資料

- No.01-01 2020年度鋼構造塑性設計小委員会第3回議事録（案）（佐藤）
- No.01-02 活動計画案_20210517（聲高）
- No.01-03 目次案（4版）210517（聲高）
- No.01-04 新10章接合部：構成の改定案_中野（中野）
- No.01-05-01 ブレース付架構論文の元資料_岡崎-1（岡崎）
- 02 ブレースデータベース-2021大会梗概_岡崎-2a（岡崎）
- 03 ブレースデータベース-2020北海道支部研_岡崎-2b（岡崎）
- 04 2020AIJ大会_岡崎-3a（岡崎）
- 05 2021AIJHokkaido_岡崎-3b（岡崎）
- No.01-06-01 2017近畿_清水（聲高）
- 02 2017年度_修論6章_清水（聲高）
- No.01-07 ブレース接合部勉強会（聲高）

議題

1. 前回議事録の確認

資料 No.01-01 に基づいて、前回議事録（案）を確認した。

- ・ 前回議事録の誤字を修正する。
- ・ 審議の内容については、異議なく承認された。
- ・ eラーニングについては、動画での言い間違いについては、eラーニングの備考欄に修正箇所を記載する（時刻とあわせて）ことで対応することとなった。

審議事項

2. 活動計画案（資料 No. 01-02）

資料 No. 01-02 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。以下に再度確認した点を記す。

- ・ 2024年に第4版の刊行を目指す。第4版草稿の集約は2022年10月とする。
- ・ 「座屈するブレース」の例題を入れる方向で検討を進める（第4版では13章 設計例）。

3. 目次案（第4版）（資料 No. 01-03）

資料 No. 01-03 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. 01-02 の活動計画に基づくものである。

- ・ 第4版では「塑性変形能力 $R \geq 3$ 」を確保するための制限（値）を囲みの中で記載する。「解説」の

中では、できる限り保有塑性変形性能が何らかの指標との連続関数であることを示し、囲みに示す数値の根拠がわかる記述とする。制限値を満たせば設計は OK とするような記述は避けるようにする。

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：10 章 接合部

資料 No.01-04 に基づいて、中野委員より、「10 章 接合部」の改定案について報告された。

- ・ 接合部パネル、柱脚は独立章に移設する。
- ・ 10.1 節では、接合部で想定する終局状態が「破断」であることを明記する。ただし、現時点では破断で決まる変形能力を何らかの関数で表現することはかなり難しい。接合部係数 α の概念についてはここで記述する。
- ・ 10.2 節~10.4 節に梁端接合部・柱端接合部・ブレース端接合部の設計、10.5 節~10.6 節に梁継手・柱継手の設計について記述する。10.2 節~10.4 節には、最新の知見を整理・追記する。梁継手・柱継手は変更なしとする。

<質疑・コメント>

- ・ ブレース接合部について、接合部設計指針とのすみ分けはどのようにするか。
→ブレース設計については、接合部設計指針と重複する記述をしない。接合部設計指針には無い記述（例えば、剛性など）の記述を加えていきたい。

4. 2 重点審議：9 章 ブレース

資料 No.01-05 に基づいて、岡崎委員より、「9 章 ブレース」について報告された。

<資料 No.01-05-01>

- ・ K 型ブレース付骨組の設計において、ブレースが取付く梁部材の耐力をどのように評価するかが重要となる。圧縮ブレースが座屈すると梁にはブレースの座屈に伴う不釣り合い力が作用することになる。引張ブレースが降伏する前に梁に塑性ヒンジが形成される場合には、その耐力で引張ブレースが負担できる荷重の大きさが決定する。梁にメカニズムが形成された時に抵抗できる鉛直方向荷重の大きさは係数 κ を用いて表現し、 $\kappa = 1.5$ として設計をすることが適当であると考えている（福田らの研究では $\kappa = 1.0$ 、井上らの研究では $\kappa = 1.5$ が推奨されている）。
- ・ 実験結果（6 体）との考察から、架構がメカニズムを形成した時（梁に塑性ヒンジを形成する場合）の耐力 (H_2) は、 $\kappa = 1.5$ とすることで捉えることができた。実験結果の曲げモーメント分布を見ても、ブレースが取り付く梁はおおよそ等曲げと複曲率曲げとなっていることを確認した。塑性化する梁には大きな塑性変形が生じるため、塑性変形を期待する場合には等曲げを受ける部材として十分な間隔で横補剛する必要がある。
- ・ 浅田先生が実施されたブレース要素の実験について報告され、両振幅載荷の結果が片振幅載荷よりもエネルギー吸収量が多いことが報告された。

<資料 No.01-05-03, 01-05-02>

- ・ 鋼材ブレースのデータベースについて説明された。BA 材の実験データは十分に存在しない。
- ・ 引張耐力については、降伏耐力の 1.5 倍程度と高い値になる結果も存在した。その点については、再度検討はすすめていきたい。
- ・ 累積軸変形量、座屈後安定耐力についても考察を行った。座屈後安定耐力については、短縮量を変

数として整理した結果である。BA 材の座屈安定耐力は座屈耐力からの大幅な低下が起こらないものが存在したことや、結果の多くが 1/3 耐力を下回ったことなど、座屈後安定耐力を一律で 1/3 と設定するには無理があると言える。

- ・ データ収集を進めており、1~2 年以内にはデータを纏めていき、指針に書ける内容にしていきたい。

<質疑・コメント>

- ・ 引張耐力が大きくなった結果（1.5 倍など）については、基準化する N_y が規格値に基づいたためでしょうか。

→記述が明確ではない論文も存在し、論文データをデジタル化し、復元力特性から降伏耐力 N_y を再定義することも試みている。

- ・ BA 材については座屈後耐力に大きなばらつきが存在するが何が原因でしょうか。

→実験を実施する予定であり、今後その原因を解明したいと考えている。

→幅厚比が異なることが 1 つの原因として考えられる。

- ・ 座屈後耐力の定義は何でしょうか。その定義を明確にすることは重要ではないでしょうか。

→座屈後に安定した荷重に到達した時としている。1990 年代の福田氏の研究では±0.5%の振幅で耐力が低下し安定した荷重に到達した点と定義している。

- ・ ブレースの境界条件については、座屈長さが材長とできるピン支承の実験結果についてまず整理を行い、材端条件を考慮する座屈長さ係数による整理については、その後で加えた表現だとわかりやすい。

- ・ 幅厚比で整理している図を一般化幅厚比として整理するとより明瞭な関係が見えてくると想像している。そのような整理も進めていただきたい。

<資料 No.01-05-04, 01-05-05>

- ・ No.01-05-01 で説明した係数 κ を展開した架構解析の内容について説明された。

- ・ β_0 はブレースが設置される架構（スパン）での分担率であり（No.01-05-04）、 β は層でのブレースの分担率を示している。

- ・ 旧黄色本（引張・圧縮ブレースともに座屈耐力としてよい）の考え方に基づく架構は、塑性耐力に達しない。これは、ブレースに生じる不釣り合い力によって梁に塑性ヒンジが形成され、想定した崩壊機構で終局に至っていないためである。

- ・ 梁の塑性化を想定した場合において、 $\kappa=1.5$ と設定した架構においては、終局時の耐力は塑性耐力を上回る結果となった。

- ・ FEMAP 695 に基づく結果（レベル 2 相当の地震動）では、日本におけるブレース構造の応答結果には十分な余裕があることが確認できた。層数が高くなるほど応答結果は小さくなった。これはスペクトルで入力地震動を決める米国の方法によると言える。

- ・ 今後、解析をさらに実施し、塑性指針に含められる内容に纏めていきたい。

- ・ ブレースに対する要求変形量がどの程度であるかも明らかにしていきたい。

<質疑・コメント>

- ・ 入力地震動の調整はどのようにしているのでしょうか。

→用いる地震動の中央スペクトルが、設計スペクトルにマッチ（建物の **Period Range**）するように調整する方法であり、周期が長くなる建物ほど応答は小さくなる設定となる。

- ・ 結果の纏め方

→海外に日本の設計を説明する論文の纏め方となっているが、 $\kappa=1.5$ とする裏付けデータとして

説明することが可能である。

4. 3 重点審議：12章 骨組と部材の変形

資料 No.01-06 に基づいて、聲高委員より「骨組と部材の変形」について報告された。

- ・ 多層ブレース付骨組の特性層への損傷集中について説明された。解析モデルには魚骨形骨組モデルを用いている。
- ・ ブレースの水平力分担率を大きくすると、特性層への損傷集中が生じる。各層の最大層間変形角の重み付け平均に対する最大層間変形角は、ブレース分担率が大きくなると大きくなるが、層数の影響は小さい。
- ・ 柱梁剛性比を大きくしても、ブレース分担率を大きくすると特定層への損傷集中が顕著になる。
- ・ 細長比の影響については、入力レベル (V_{dm}/D_s) が大きくなると、層の最大層間変形角の重み付け平均に対する最大層間変形角の最大値は細長比の小さい方に移動する。この分布形状（山の形）が把握できれば、最大層間変形角の最大値を求めることができるという結果につながる。
- ・ 最大層間変形角の最大値（損傷集中）をブレースの水平耐力分担率の全層のうちの最大値 $\beta_{u,max}$ とブレースの基準化細長比 λ_B に基づく関数で表現し、割増係数 ξ_1 を提案している (i.e., 平均値, 平均値+標準偏差など)。
- ・ 累積塑性変形量の最大値についても同様な手法で割増係数 ξ_2 を提案している。
- ・ 梁端部の塑性変形量の最大についても同様な手法で割増係数 ξ_3 を提案している。
- ・ 層の最大層間変形角の重み付け平均は等価一自由度系で評価可能であり、ここで提案する評価手法は、その結果に基づいて架構への損傷集中を評価するものである。現時点では解析結果を包絡する結果であり、ブラッシュアップは必要であるが、指針に含めていきたい手法と考えている。

<質疑・コメント>

➤ ばらつきは地震動の影響でしょうか。

→地震動の違いによる最大位置はばらつきます。地震動の数・種類は結果に影響します。

→位相特性については当然出てきますが、損傷に寄与する地震入力エネルギーは設定値になるように調整しているので、スペクトル特性の影響は含まれていないと言えます。

5. ブレース接合部勉強会

資料 No.01-07 に基づいて、聲高主査より「ブレース接合部に特化した勉強会」について説明された。

- ・ 実施方法について事務局に確認し、次の4方式の可能性がある。
 - 1) シンポジウム (有料イベント)
 - 2) 大会 PD・研究協議会 (資料代の徴収, 鋼構造は1回/年)
 - 3) 公開委員会 (参加無料, 通常の委員会の拡大版)
 - 4) 各支部の鋼構造分科会で企画されている研究会や勉強会 (本部としては前向きではない)
- ・ 各支部の構造委員会の協力を得て実施する (上記4)。
- ・ 実施時期については、今年度末, あるいは来年度の前期で実施する方向で検討する。各支部構造委員会でも実施について検討を進めてもらう。継続審議とする。

次回の重点審議は、話題提供：露出柱脚を考慮した解析結果 (山西委員), 「7章 接合部パネル (聲高主査)」 「8章 柱脚 (山西委員・向出委員)」について序文案・目次案を作成する。

6. その他

✓ 次回小委員会：

日時： 9月1日（水） 16:00～

会場：オンライン形式（Zoom）

<https://us02web.zoom.us/j/86599021920?pwd=T3pFSitZNmNMeG10K0xnMTlxeEphdz09>

ミーティング ID: 865 9902 1920

パスコード: 601878

以上