

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 23 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22560559

研究課題名（和文）終局限界状態に至るまでの全体崩壊メカニズムの保証を目指した柱梁耐力比

研究課題名（英文）Column-overdesign factors for total collapse mechanism of ultimate limit states.

研究代表者

井戸田 秀樹 (IDOTA HIDEKI)

名古屋工業大学・工学研究科・教授

研究者番号：10203192

研究成果の概要（和文）：鋼構造部材の耐力と変形能力に関する統計量を整理し、限界状態設計に応用できるような定式化を行った。また、所定の COF に対して終局限界状態まで想定した崩壊メカニズムを維持するための部材の必要変形性能を定量的に提示した。

研究成果の概要（英文）：Statistical properties of the strength and deformation capacity of steel structural members were examined and formulated for applying to the limit state design. Demand capacity of deformation was presented for total collapse mechanism under a certain column-overdesign factors.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学，建築構造・材料

キーワード：素材特性，確率論的評価，鋼構造部材，耐力，変形性能，荷重変形関係

1. 研究開始当初の背景

全体崩壊メカニズムの生起を目的とした COF の評価においては、従来の研究で対象とされている降伏応力度の変動性の考慮が不可欠であることは明白であるが、降伏応力度が支配する部材耐力を確率論的に考えたとき、降伏応力度の変動性以外に、[1] 降伏応力度と降伏比の変動性と相関性、[2] 部材耐力間の統計的相関性、[3] 終局限界状態に至るまで骨組安定性を確保するための部材の必要変形性能、の3要因も COF の評価における重要な要因になりうると考え、いくつかの要因について調査および解析的な検討を試みた。その結果、前述の各要因はい

ずれもさらに系統的に検討・整理すべき要因であることが明らかとなった。これが、本研究に着想した経緯である。

2. 研究の目的

[1] 降伏応力度と降伏比の変動性と相関性、[2] 部材耐力間の統計的相関性、[3] 終局限界状態に至るまで骨組安定性を確保するための部材の必要変形性能。この3つの要因について検討を行い、柱梁耐力比に関する鋼構造骨組の終局限界状態設計上の有益な情報を提示することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1)降伏応力度と降伏比の変動性と相関性

素材特性の基本量として「降伏応力度」, 「降伏比」, 「歪 硬化開始時の歪」の統計量を既往の文献の実験データ等から明らかにし, それに基づいて大変形領域まで含めた曲げ材の荷重変形関係を統計的に整理する.

(2)部材耐力間の統計的相関性

実在建物についてミルシートの追跡調査を行い, 相関係数マトリクスに必要な部材ハイチの情報を整理する. また, 骨組終局状態に与える影響をCOF との関係の中で数値解析的に明らかにする.

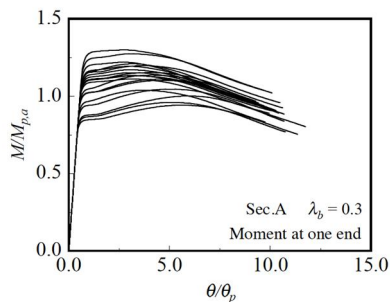
(3)終局限界状態に至るまで骨組安定性を確保するための部材の必要変形性能

与えられたCOF に対し, 骨組が終局限界状態まで想定した崩壊メカニズムを維持するための部材の必要変形性能を骨組のエネルギー吸収性能に着眼して検討する.

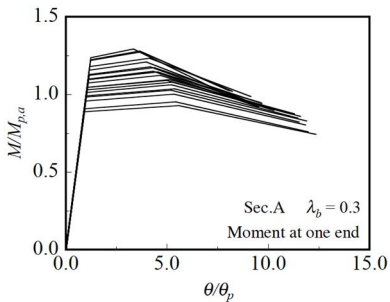
4. 研究成果

(1)降伏応力度と降伏比の変動性と相関性

終局限界状態の評価に必要な部材の荷重変形関係を大変形領域まで含めて確率論的に評価するため, 従来は降伏応力度に限られていた素材特性の不確定量を降伏比や歪硬化開始点の歪などにも拡張し, 有限要素法に基づく非線形数値解析手法によって大変形領域に至る鋼構造梁部材の挙動における変動性を明らかにした.



(a) 有限要素法解析による結果



(b) 提案する評価式による結果

図1 有限要素法解析と提案式の比較

図1は素材特性を変動させて行った有限要素法解析による荷重変形関係(a)と, 提案した評価式に基づいて作成した荷重変形関係(b)とを示したものである. 素材の変動性が部材性能に与える影響が合理的に反映されていることがわかる.

(2)部材耐力間の統計的相関性

鉄骨加工工場から施工現場に至る鋼材の流れをミルシートと対応させて追跡する調査を行い, 部材耐力の不確定な変動を考慮する場合の統計的相関性を明らかにした. また, 部材耐力間の統計的な相関性が骨組終局耐力に与える影響を数値解析に基づいて検討し, 骨組安全性評価における部材耐力間の相関性の考え方を整理した.

図2に示す骨組を対象とし, 骨組に必要とされる柱梁耐力比と素材特性の変動係数の関係を部材耐力間の統計的相関性がない場合とある場合について比較したものが図3である. 相関の有無が与える影響は大きく, これを定量的に考慮することの必要性と考慮するための手法を提案した.

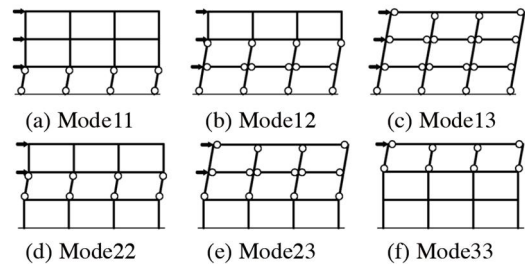


図2 解析対象骨組 (3層3スパン)

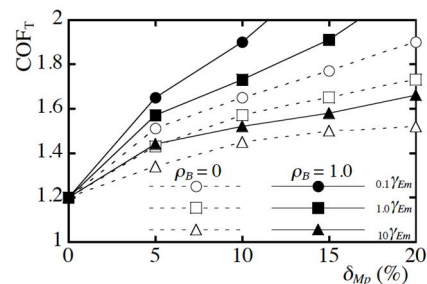


図3 統計的相関性が与える影響

(3)終局限界状態に至るまで骨組安定性を確保するための部材の必要変形性能

降伏応力度や降伏比の変動性を考慮した部材の荷重変形関係の成果を受け, これらを用いた骨組の終局限界状態までの数値解析を実施し, 与えられたCOF に対して骨組が終局限界状態まで想定した崩壊メカニズムを維持す

るための条件を系統的に整理した。また、柱梁耐力比を規定する本来の目的である骨組のエネルギー吸収量に着目し、部材耐力が変動した場合の骨組のエネルギー吸収能力の確率分布を推定する手法を提案し、それに基づいた目標 COF を提示した。

図 2 は本研究で提案したエネルギー評価法によって求めた確率分布と弾塑性数値解析により求めた吸収エネルギー量を比較したものである。崩壊モードごとに複数の頻度分布が連続する形状が精度良く評価できている。

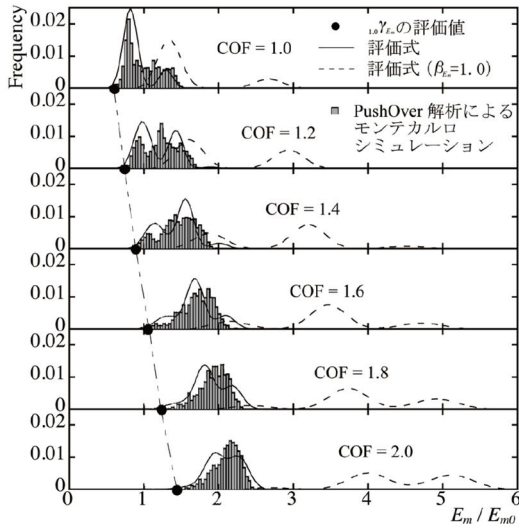


図 3 弾塑性数値解析結果と提案式の比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

- (1) 趙衍剛, モハマッドシャルフディン, 井戸田秀樹, 不均等な階高と質量分布を持つ鋼構造骨組の確率論的 COF 評価, 構造工学論文集, Vol.57B, pp.185-192, 審査有, 2011 年
- (2) Mohammad SHARFUDDIN and Hideki IDOTA, Comparison of Probabilistically Evaluated COF with Base Shear Distribution of IBC and Japanese Code, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol.10, No.1, pp.187-193, 審査有, 2011 年
- (3) 趙 衍 剛, モハッマド シャルフディン, 井戸田秀樹, Probabilistic evaluation of COF for steel frames considering system reliability, 日本建築学会構造系論文集, Vol.76, No.665, pp.1235-1240, 審査有, 2011 年
- (4) 井戸田秀樹, 鏡味亮, 金子翔太, 素材特性の不確定な変動を考慮した H 形鋼梁部材の耐力と変形性能, 日本建築学会構造系論文集,

Vol.78, No.681, pp.1791-1800, 審査有, 2012 年

〔学会発表〕(計 7 件)

- (1) 石川慎也, 井戸田秀樹, 鏡味 亮, 素材の不確定性を考慮した鋼構造曲げ材の確率論的荷重変形関係の提案, 日本建築学会東海支部研究報告集, No. 48, pp.169-172, 2010 年
- (2) 平井健一, 井戸田秀樹, 鋼構造骨組のエネルギー吸収能力の確率分布と柱梁耐力比, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-I 分冊, pp. 779-780, 2011 年
- (3) 坪井将吾, 井戸田秀樹, 鋼構造骨組の構造特性係数の変動性に関する一考察, 日本建築学会東海支部研究報告集, No. 50, pp. 309-312, 2012 年
- (4) 平井健一, 井戸田秀樹, 最適 COF を決定するための鋼構造骨組のエネルギー吸収量の確率分布評価法 日本建築学会東海支部研究報告集, No. 50, pp.141-144, 2012 年
- (5) 井戸田秀樹, 平井健一, 降伏耐力の変動を考慮した鋼構造骨組のエネルギー吸収能力と柱梁耐力比 その 1 エネルギー吸収能力の評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp. 895-896, 2012 年
- (6) 平井健一, 井戸田秀樹, 降伏耐力の変動を考慮した鋼構造骨組のエネルギー吸収能力と柱梁耐力比 その 2 柱梁耐力比の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp. 897-898, 2012 年
- (7) 永井志斉, 井戸田秀樹, 坪井将吾 素材特性の不確定な変動を考慮した鋼構造骨組の終局耐力, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第 51 号, pp. 241-244, 2013 年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 出願年月日 :
 国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 取得年月日 :

国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

井戸田秀樹 (IDOTA HIDEKI)
名古屋工業大学・工学研究科・教授
研究者番号：10203192

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：