

I-A 367 半剛結鋼骨組の断面設計システムの構築

室蘭工業大学 正員 小室 雅人
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 名古屋工業大学 正員 後藤 芳顕

1. はじめに

現在、構造物の設計法は世界的に限界状態設計法が主流になりつつある。欧米各国では既に限界状態設計法に基づいた設計指針が用いられている。限界状態設計法の1つである米国の AISC-LRFD の設計規準では、接合部の剛性レベルにより、構造形式を剛結接合骨組と半剛結接合骨組に分類し、終局限界状態における断面力の算定は幾何学的非線形を考慮することが規定されている。剛結接合骨組に関しては、終局限界状態における断面力の算定法や耐力照査に必要な有効座屈長係数（ K 値）の算定法が示されており、同規準に基づいた断面設計が可能となっている。しかしながら、半剛結接合骨組に関しては、接合部の剛性を低減して構造の安全性を検討することを規定している以外、具体的な断面力の算定手法や K 値の算定法等の詳細に関する提示がなく、現時点では設計が不可能な状態となっている。このような背景より、著者等は半剛結接合骨組の合理的な設計手法の確立を目的として、半剛結接合に関するデータベースの作成をはじめ種々の検討を行ってきた。その結果、非線形な剛性特性を有する接合部の設計手法、接合部および部材の幾何学的非線形を考慮した骨組の変形、断面力の算定法および alignment chart 過程に基づいた接合部剛性を考慮した半剛結接合骨組柱の K 値の算定手法を提案している。

本研究ではこれまでの研究成果を基礎とし、新たに安全性照査に関する項目を付加することにより、AISC-LRFD の設計規準に準じた半剛結接合骨組の合理的な断面設計システムの開発を試みたので報告する。

2. 断面設計システムの概要

本設計システムは大きく3つの主要な項目から構成されており、それぞれの項目に関して図化処理プログラムを有している。図-1に本設計システムの流れ図を示す。ここでは、紙面の都合上、構造解析および照査についてのみ説明することとする。

構造解析および照査は大きく4つの部分から構成されている。図-2にその流れを示す。以下、それぞれについて簡単に説明する。

1) 断面力、変形量等の算定を行う構造解析：

本解析では、後藤-Chen¹⁾によって定式化された幾何学的非線形のみを考慮し、比較の変形が小さい場合を対象として誘導された梁-柱の剛性方程式と接合部の非線形な剛性特性を組み合わせた構造解析手法を用いている。

2) 有効座屈長係数（ K 値）の算定：

剛結接合骨組に広く用いられている alignment chart 法に基づき、接合部剛性を考慮できるように修正し、 K 値を算定している。

3) 各限界状態における安全性照査：

各限界状態における安全性照査は、AISC-LRFD の設計規準に基づいて行うこととする。終局限界状態の部材耐力の照査としては、

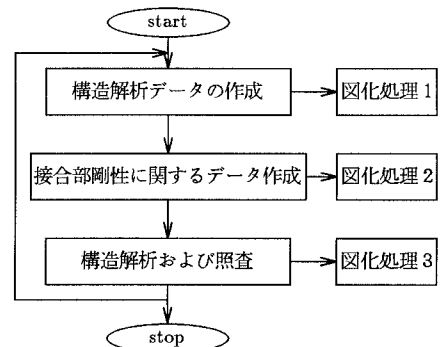


図-1 断面設計システムの流れ

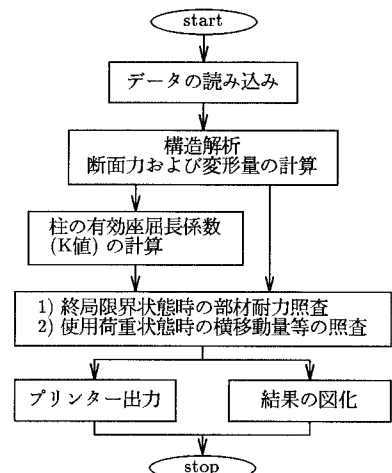


図-2 構造解析および照査の流れ

柱材については曲げモーメントと軸力の相関関係式による照査、梁材については曲げモーメントおよびせん断力についての照査を行う。使用限界状態に関しては、i) 梁材の変形量、ii) 骨組の層間変位量、iii) 骨組全体の横移動量の3項目についての照査が可能となっている。

4) 解析および照査結果の図化：

本設計システムで図化可能なものは、骨組図、変形図、モーメント図、せん断力図および柱の K 値である。また、各照査をパスした部材は実線で、パスできない部材は点線で表すことにより、容易にチェックが可能となっている。

3. 本設計システムの実行例

本設計システムの一実行例として、ここでは紙面の都合により終局限界状態の照査結果のみを示すこととする。

実行例に用いた骨組は、Popov²⁾ 等が地震応答解析に採用した6層3径間骨組である。図-3に対象骨組の主寸法および使用形鋼を示す。骨組の奥行き中心間隔は360 in とし、使用形鋼についても Popov 等の論文に準じている。本実行例では、骨組の剛性を高めるため1層目および2層目以上の外壁部の接合部を剛結接合とし、それ以外を半剛結接合とした骨組を用いている（図-3参照）。また、設計基本荷重強度を表-1のように決定した。半剛結接合部の剛性評価モデルには三要素パワーモデルを用いることとし、半剛結接合部には top- and seat-angle with double web angle 接合を採用した。なお、全ての接合部の基本形状は同一と仮定した。表-2には接合部の基本形状パラメータの一覧を示している。

終局限界状態の照査結果を図-4に示す。図より部材の耐力照査をパスしていることがわかる。

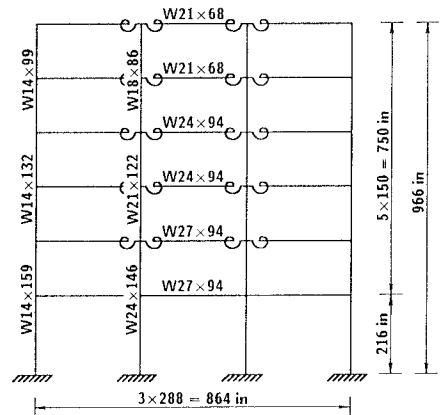


図-3 6層3径間骨組 (Popov et al., 1989)

表-1 設計基本荷重強度 (psf)

	死荷重 (D)	活荷重 (L)	風荷重 (W)
屋根部	100	20	25
床版部	100	80	

(1 psf = 4.89 kgf/m²)

表-2 接合部基本形状パラメータ一覧

	top- and seat-angle	double web angle
アングル材	L6×6×1/2	L5×5×3/8
長さ	8.0 in	15.0 in
ボルトの直径	3/4 in	
降伏応力	36 ksi	

(1 in = 2.54 cm, 1 ksi = 70.37 kgf/cm²)

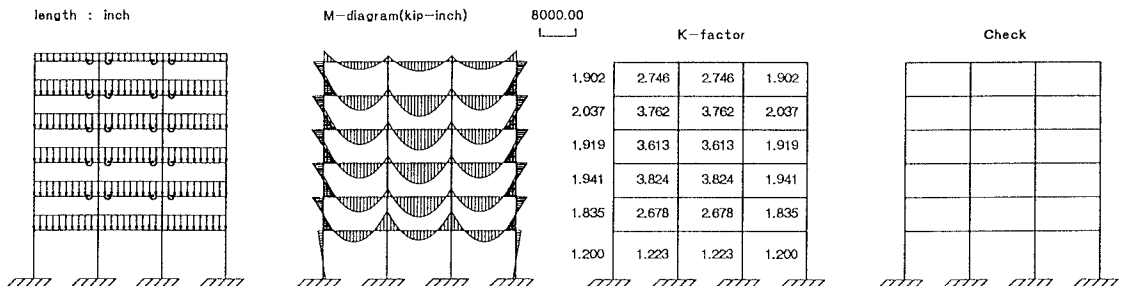


図-4 終局限界状態の照査結果（荷重の組み合わせ：1.2D + 1.6L + 0.5L_r）

4. ま と め

AISC-LRFD の設計基準では接合部の剛性レベルにより、構造形式を剛結接合骨組と半剛結接合骨組に分類しているが、未だ後者に関する設計手法が明確に示されていない。本論文では半剛結接合に関するこれまでの研究成果を基礎として、新たに安全性照査の項目を追加することによって、剛結接合骨組と同一の流れに従った半剛結接合骨組の断面決定に関する統一的なシステムの開発を試みた。また、本システムの実行例を示し、その有用性を確認した。本システムの開発により半剛結鋼骨組のより合理的な断面設計が可能になるものと考えられる。

参考文献：1) Goto, Y. and Chen, W.F. : Second-order elastic analysis for frame design, Journal of Struct. Engrg., ASCE, 113(ST7), 1501-1519, 1987., 2) Popov, E.P., Tasi, K. and Engelhardt, M.D. : On seismic steel joints and connections, Engrg. Stuct., Vol.11, 148-162, 1989.