

限界状態設計法に基づいた半剛結鋼骨組の簡易設計法

北海道開発局 正 員 ○河崎 拓実 室蘭工業大学 正 員 小室 雅人
室蘭工業大学 正 員 岸 徳光 室蘭工業大学 正 員 矢吹 信喜

1. はじめに

著者等はこれまで半剛結鋼骨組の簡易かつ合理的な設計手法を確立するために、 B_2 法と beam-line 法を用いた簡易構造解析法を提案し、種々の検討を行ってきた。本研究では、この簡易構造解析法と既往の研究成果を組み合わせることによって、限界状態設計法に基づいた半剛結鋼骨組の簡易設計法を提案している。また、提案する設計法を用いて実設計を行い、その有用性を確認するとともに、弾性 2 次解析に基づいた設計システム¹⁾（以後、単に正規設計法）による結果と比較することにより、その妥当性の検討を行っている。

2. 簡易設計法の概要

図 - 1 に本研究で提案する簡易設計法の流れを示す。以下、各項目について簡単に説明する。

2.1. 接合部剛性特性の評価

半剛結接合部の非線形な剛性特性 ($M-q_r$ 曲線) に関しては、三要素パワーモデルを用いて評価する。このモデルを構成する 3 つのパラメータは、アングル系接合の場合には、接合部の形状寸法等から算定可能である²⁾。本研究では、この非線形な剛性特性を簡易に考慮するために、beam-line 法を用いて線形剛性に換算している。図 - 2 には、非線形な $M-q_r$ 曲線と beam-line を示している。ここでは、接合部線形剛性として断面力算定時には、割線剛性 R_{ks} を、横移動量算定時および柱材の有効座屈長係数 (K 値) 算定時には、接線剛性 R_{kt} を用いている。(図 - 2 参照)

2.2. 構造解析

構造解析には著者等によって提案されている B_2 法^{3), 4)}を採用している。この手法は、与えられた骨組の弾性一次解析結果に B_2 係数を乗じることにより幾何学的非線形を考慮する手法である。幾何学的非線形を考慮した柱材端モーメント M_u および横移動量 Δ_{II} は次式によって算定される。

$$M_u = B_2 M_{fe} \quad , \quad \Delta_{II} = B_2 \Delta_I \quad (1), (2)$$

ここで、 M_{fe} ：弾性一次解析による柱材端モーメント、 Δ_I ：弾性一次解析による層間変形量である。なお、骨組の横移動量は各層の層間変形量を累積することによって算定可能である。

2.3. 安全性照査

安全性照査は、AISC-LRFD 設計規準⁵⁾に基づいて行うこととする。終局限界状態の場合、柱材は軸力と材端モーメントの相関関係式、梁材は最大曲げモーメントに対して耐力照査を行う。なお、使用限界状態に関しては骨組の横移動量および各層の層

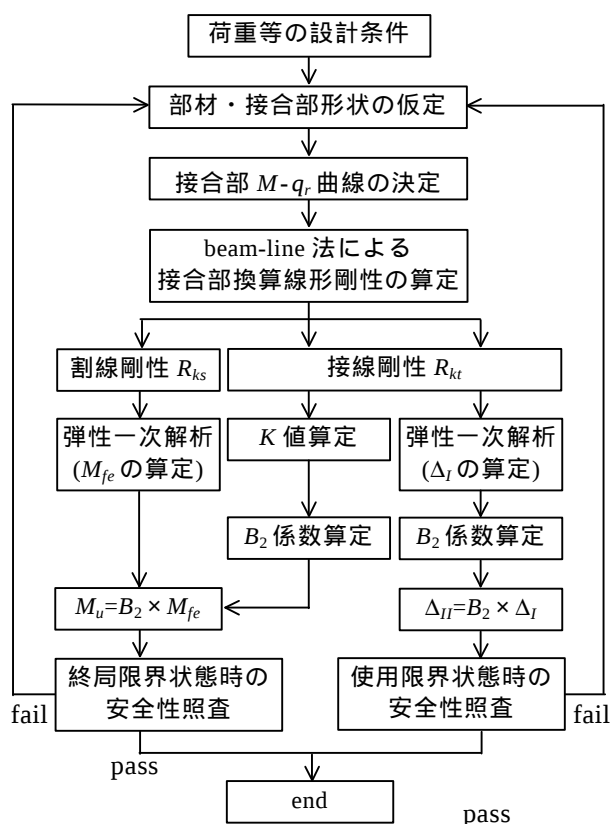


図 - 1 簡易設計法の流れ

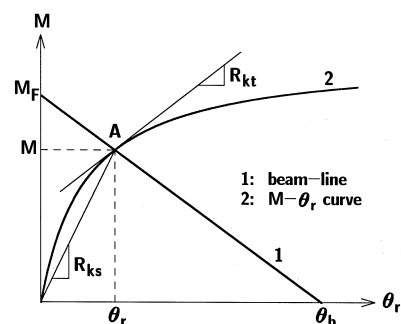


図 - 2 $M-q_r$ 曲線と beam-line 法

キーワード：半剛結鋼骨組、簡易設計法、 B_2 法、beam-line 法、

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5228 FAX 0143-46-5227

間変形量に対して照査を行う。

3. 設計例

ここでは、提案する簡易設計法を用いて半剛結鋼骨組の試設計を行い、断面設計システムによる構造解析・照査結果と比較することにより、簡易設計法の妥当性の検討を行う。紙面の都合上、ここでは終局限界状態の場合についてのみ検討を行う。

3.1. 設計条件

設計対象骨組は図 - 3 に示す 2 層 2 径間骨組である。また、図中には、終局限界状態における荷重組み合わせとして $1.2D + 0.5L + 1.3W$ を採用した場合の設定載荷荷重を示している。

3.2. 部材および接合部形状の仮定

骨組の各部材および接合部は図 - 4 のように仮定した。梁材・柱材およびアングル材の呼称については、AISC-LRFD 設計規準に準拠している。

3.3. 照査結果

表 - 2 には、終局限界状態における柱材の K 値、部材断面力 P_u , M_u , 断面耐力 P_n , M_n および照査結果の一覧を示している。骨組の対称性を考慮し、断面力の小さい風上側柱の結果は省略している。また、表には正規設計法による結果を () で示している。表中の照査値 z は $z < 1.0$ で照査を満足することを意味している。まず、柱材の K 値および軸力 P_u に着目すると、簡易設計法による値は正規設計法による値と概ね同程度の値となっていることがわかる。また、曲げモーメント M_u に着目すると、柱材、梁材ともに若干低い値を示す傾向があるものの、その誤差は小さく、本設計法は適切な部材断面力の評価が可能であることを示している。照査値 z に着目すると、1 層目の中央柱（部材番号 2）で $z = 0.758$ と最も大きな値を示しているものの、全ての部材で $z < 1.0$ となっており、照査を満足している。また、本設計法による照査値は正規設計法による値と概ね同程度の値となっている。これより、本設計法は半剛結鋼骨組の簡易設計手法として照査が有用であるものと判断される。

4. まとめ

提案する簡易設計法は、半剛結鋼骨組の構造解析および安全性照査を精度良く行うことが可能であることが明らかになった。これより、本設計法は半剛結鋼骨組の簡易設計法として有用であるものと考えられる。

参考文献：1) 岸ほか：半剛結鋼骨組構造の断面設計システムの開発，土木学会北海道支部論文報告集，第 52 号(A)，56-61，1996.，2) Kishi, N. et al. : Design Aid of Semi-rigid Connections for Frame Analysis, AISC, *Engineering Journal*, Vol.30(3), 90-107, 1993.，3) 小室ほか：半剛結接合骨組の設計断面力の算定に関する一提案，土木学会，構造工学論文集，Vol.43A, 263-272, 1997.，4) 小室ほか：半剛結接合骨組の簡易横移動量算定法に関する一提案，日本建築学会，構造工学論文集，Vol.46B, 683-692, 2000.，5) AISC, *Manual of Steel Construction, Load & Resistance Factor Design*, 2nd Edition, 1994.

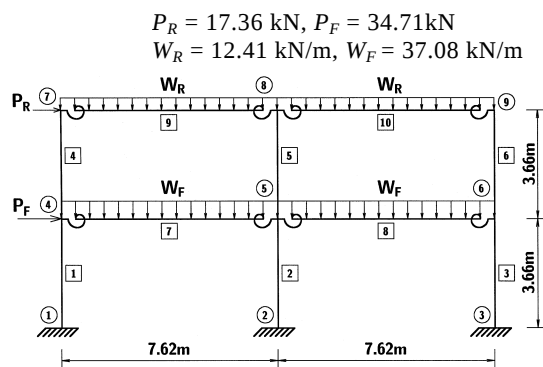
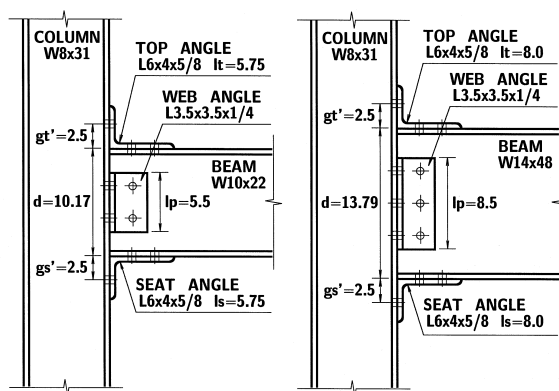


図 - 3 設計対象骨組



(単位 inch, 1inch = 2.54 cm)

(a) 屋根部

(b) 床版部

図 - 4 骨組部材および接合部形状寸法

表 - 2 終局限界状態時の照査結果

部材番号	K 値	P_u (kN)	$f_c P_n$ (kN)	M_u (kNm)	$f_b M_n$ (kNm)	照査値 z
2	1.298 (1.278)	390 (385)	950 (950)	43.5 (44.3)	111.3 (111.3)	0.758 (0.759)
3	1.383 (1.391)	191 (194)		61.9 (62.2)		0.696 (0.700)
5	1.959 (1.916)	97.7 (96.8)	878 (891)	18.3 (18.8)		0.220 (0.223)
6	2.927 (3.093)	48.1 (48.9)	572 (522)	55.6 (56.2)		0.542 (0.552)
7	-	-	-	174 (178)	287 (287)	0.604 (0.621)
8	-	-	-	166 (166)		0.579 (0.578)
9	-	-	-	62.6 (61.5)	95.2 (95.2)	0.658 (0.646)
10	-	-	-	51.6 (55.3)		0.542 (0.581)

() : 正規設計法による値