

I-104 非線形特性を考慮した接合部部材断面決定の一手法

室蘭工業大学 正員 岸 徳 光  
 名古屋工業大学 正員 後 藤 芳 顯  
 室蘭工業大学 正員 松 岡 健 一  
 Purdue Univ. W.F. Chen

1. はじめに

著者等はこれまで鋼梁-柱接合部の  $M-\theta_r$  関係に関するデータベースの作成<sup>1)</sup>や angle 系接合の初期剛性や限界曲げ耐力の定式化<sup>2)</sup>およびそれらを基本にした  $M-\theta_r$  評価モデルの作成を試み、データベースを用いた平面骨組構造解析システムの開発を行った<sup>3)</sup>。本解析システムを用いることにより実際の  $M-\theta_r$  特性を用いた場合の構造物としての変形能や梁、柱の部材力の算定が可能となり、半剛結接合骨組に対しても二次項を考慮した解析が可能となった。しかしながら、上記解析システムは接合部  $M-\theta_r$  特性を与えたときの梁、柱あるいは構造全体の挙動について解析することを主な目的としており、与えられた接合部構成部材や梁の形状寸法からの  $M-\theta_r$  特性の算定や構造解析を行うルーチンは含まれていない。

本論文では、半剛結鋼骨組構造物の断面設計のための構造解析をより効率的に行うことを目的として、接合部の非線形特性を考慮した接合部の部材断面決定に関する一手法の検討を行った。

本手法は  $M-\theta_r$  評価モデルとして三要素 power モデルを取り上げ、接合部初期剛性および限界曲げ耐力と接合部の主形状寸法に関するノモグラフと、実験データに基づいて決定された形状指数  $n$  の用いるものである。

2. 三要素 power モデル

三要素 power モデルは無次元化して示すと、式 (1) のように示される。

$$m = \frac{\theta}{(1+\theta^n)^{1/n}} \dots (1)$$

ここで、 $m = M/M_u$ ,  $\theta = \theta_r/\theta_0$ ,  $\theta_0 = M_u/R_{ki}$  であり、  
 $R_{ki}$ : 接合部初期剛性,  $M_u$ : 限界曲げ耐力,  $n$ : 形状指数である。  
 $n$  と  $m-\theta$  曲線の概略図を示すと図-1のようになる。

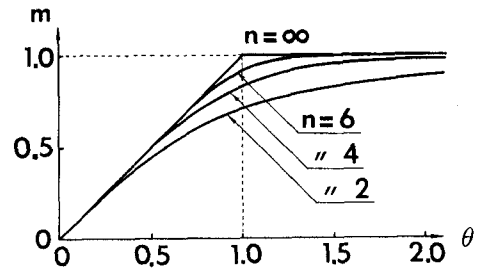


図-1 三要素 power モデルの  $m-\theta$  曲線

3. 形状指数パラメータ  $n$  の決定

初期剛性および限界曲げ耐力に関して angle 系接合に限定して上述のように定式化可能であるが、形状指数  $n$  の決定は困難である、ここでは式 (1) と実験データ間に最小自乗法を適用して求められた  $n$  を基にしてその算定式を決定した。その一覧を表-1に示す。

4. 初期剛性、限界曲げ耐力と angle 材主形状寸法に関するノモグラフ作成  
 angle 系の各接合タイプに関するノモ

表-1 形状指数算定式の一覧

接合タイプ	形状指数 $n$
single web-angle 接合	$0.520 \log_{10} \theta_0 + 2.291 \dots \log_{10} \theta_0 > -3.073$ $0.695 \dots \log_{10} \theta_0 \leq -3.073$
double web-angle 接合	$1.332 \log_{10} \theta_0 + 3.952 \dots \log_{10} \theta_0 > -2.582$ $0.573 \dots \log_{10} \theta_0 \leq -2.582$
top- and seat-angle 接合 (double web-angle 付設)	$1.398 \log_{10} \theta_0 + 4.631 \dots \log_{10} \theta_0 > -2.721$ $0.827 \dots \log_{10} \theta_0 \leq -2.721$
top- and seat-angle 接合	$2.003 \log_{10} \theta_0 + 6.070 \dots \log_{10} \theta_0 > -2.880$ $0.302 \dots \log_{10} \theta_0 \leq -2.880$
header-plate 接合	$0.512 \log_{10} \theta_0 + 2.264 \dots \log_{10} \theta_0 > -2.390$ $1.041 \dots \log_{10} \theta_0 \leq -2.390$

グラフ作成の基本である初期剛性  $R_{ki}$ , 限界曲げ耐力  $M_u$  の定式化は全て文献2)に従うものとし、ここでは結果のみを示すこととする。また、ノモグラフは与えられた初期剛性  $R_{ki}$ , 限界曲げ耐力  $M_u$  に対して、angle 材の基本断面寸法や物性値を仮定し、angle 長  $l$  や  $g_c$  を求めること、あるいは angle 材の諸寸法を与えて上記 2 パラメータを算出す

ることを基本として作成することとした。図-2に angle 材の主形状変数を示している。ノモグラフの作成を容易にするために本文では次のような無次元パラメータを導入する。

$$\beta = \frac{g_c}{l}, \quad \gamma = \frac{l}{t}, \quad \delta = \frac{d}{t}, \quad \kappa = \frac{k}{t}, \quad \omega = \frac{W}{t}, \quad \rho = \frac{t_w}{t_t}$$

ただし、 $l$  は angle 材長、 $d$  は梁の高さである。top-angle 部、web-angle 部に関するパラメータはそれぞれ subscript  $t, w$  を付記することとする。また、 $R_{ki}, M_u$  を無次元化して整理するために単位幅当たりの断面 2 次モーメント ( $I_0 = t^3/12$ ) を導入している。

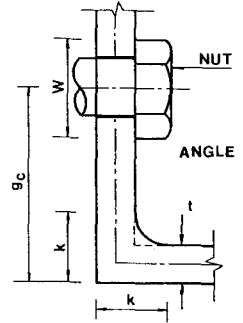


図-2 angle 材

ノモグラフの一例として図-3, 図-4 に top- and seat- angle 接合について示す。ただし、両図の横軸に用いた  $\beta_t', \beta_t^*$  はそれぞれ以下のように与えられる。

$$\beta_t' = \frac{g_1}{l_t}, \quad \beta_t^* = \beta_t' \gamma_t - \kappa_t \quad \text{ここで、} g_1 = g_c - \frac{W}{2} - \frac{t_t}{2} \quad \text{である。}$$

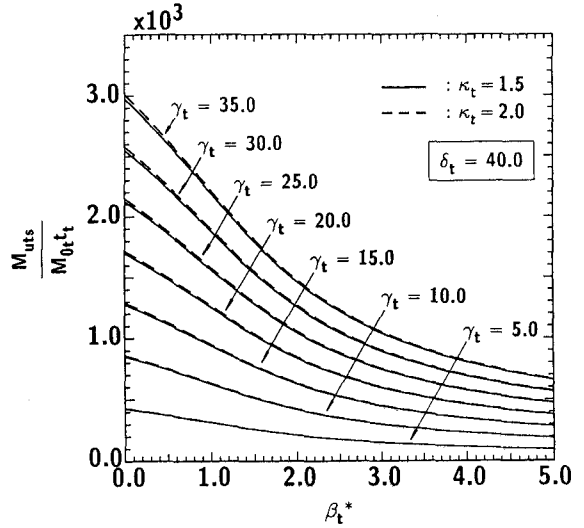
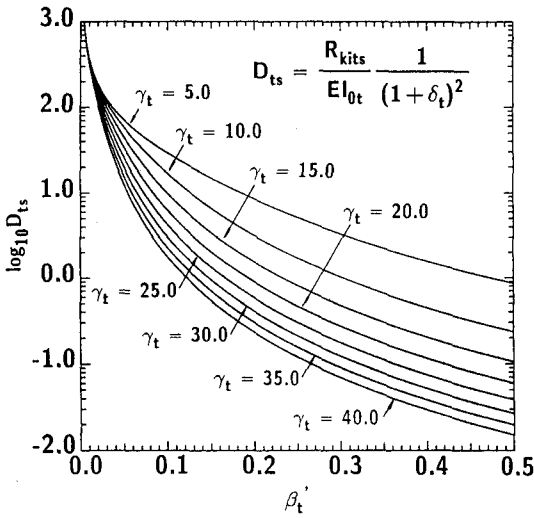


図-3, 4 top- and seat- angle 接合に関するノモグラフ

### 5. まとめ

半剛結接合を有する骨組構造において、実挙動により近い接合部  $M-\theta_t$  特性を用いた構造解析を行うことを目的として、接合部剛性特性の主パラメータと考えられる初期剛性  $R_{ki}$ 、限界曲げ耐力  $M_u$  と angle 系接合の主形状寸法に関するノモグラフの作成を試みた。

ここで作成されたノモグラフと  $M-\theta_t$  の非線形特性を決定するための形状指数算定式を用いることにより三要素 power モデルを設計レベルの構造解析に適用することが可能になるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) Chen, W.F. and Kishi, N. (1989). "Semirigid steel beam-to-column connections: Data base and modeling." J. Struct. Div., ASCE, 115(ST1), 105-119.
- 2) Kishi, N. and Chen, W.F. (1990). "Moment-Rotation Relations of Semirigid Connections with Angles." J. Struct. Div., ASCE, 116(ST7), 1813-1834.
- 3) 岸徳光, 後藤芳顕, 松岡健一 (1990). "半剛結接合に関するデータベースを用いた平面骨組構造解析システムの開発." 構造工学論文集, 土木学会, 36A(3月), 1065-1072.