

骨組におけるはりとの接合部の剛結条件について

岐阜工業高等専門学校 正会員 宮下 敏
 名古屋工業大学 正会員 後藤 芳顕
 名古屋工業大学 正会員 松浦 聖

1. はじめに

通常の骨組解析において、はりとの接合部には剛結あるいはピン結合といった、非常に理想化したモデル化が行われている。しかしながら、現実にはどのような接合部を剛結あるいはピン結合とみなすかという厳密な区分法については、接合部と骨組構成部材相互の挙動を考慮して決定する必要があるため、必ずしも十分には明らかにされていない。このため、剛結とモデル化する場合接合部は必要以上に補剛される傾向にある。近年、欧米では接合部の力学的特性を考慮した設計法を確立する動きの中で、接合部の分類法の研究も行われその成果として具体的な分類法がEurocode3(EC3)により提案されている。この分類法は骨組全体の挙動を考慮したより合理的な分類法ではあるが、骨組の耐力力の算定に近似的なMerchant-Rankineの式を使用していること、また単純な門型骨組を対象としていること、さらに接合部の挙動として初期剛性のみ考慮していること等から、その妥当性については必ずしも十分に確認されていない。そこで本研究では、より実状に近い接合部の非弾性挙動と骨組の弾塑性有限変位挙動を厳密に考慮したうえで数種類の半剛結骨組の耐力力解析を行い、EC3の分類について検討し、骨組接合部の剛結条件について考察を加える。

2. 接合部挙動のモデル化

接合部の $M-\phi$ 関係は、EC3の剛結と半剛結の境界線の形状を参考に決定する。すなわち、

$$\bar{m} = \begin{cases} \alpha 25 \bar{\phi} & \bar{m} < 2/3 \\ (\alpha 25 \bar{\phi} + 4)/7 & \bar{m} > 2/3 \end{cases} \quad (1a, b)$$

$$\bar{m} = M/M_p, \quad \bar{\phi} = \phi / \left(\frac{M_p}{EI_b/L_b} \right) \quad (2a, b)$$

M_p : はりの全塑性モーメント

L_b, I_b : はりの長さ, はりの断面2次モーメント

$\alpha=1.0$ の時EC3の剛結・半剛結の境界線(ただし横移動骨組に対する境界線)となる。 α を変動させることにより数種類の接合部の挙動を設定し、その際に骨組が発揮する最大耐力に基づき剛結条件について考察する。なお α と $\bar{m}-\bar{\phi}$ 曲線の関係を図1に示す。

3. 解析対象物

解析には数種類の構造物を用いたが、ここでは図3(a)~(c)に示される横移動骨組¹⁾の結果を示す。各部材にはECCSにより提案されている応力ひずみ関係ならびに残留応力分布²⁾(図2)を仮定している。

4. 解析結果

接合部の挙動が骨組の耐力力に与える影響を調べるために、各骨組に対し式(1)の α の値として0.05から1.0の間で7種類設定した。各 α に対する $\bar{m}-\bar{\phi}$ 曲線を図4に示す。解析結果としてここではFrame1に対する荷重変位曲線を図5に示す。また各骨組において、最大荷重発生時の回転角を図4の $\bar{m}-\bar{\phi}$ 曲線上に記して

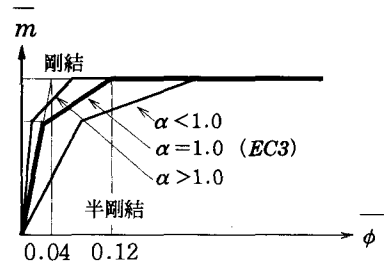
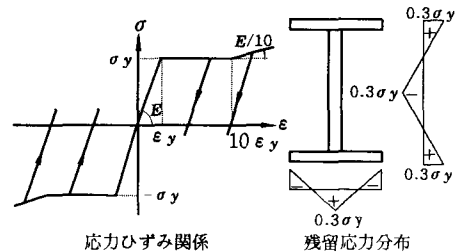


図1 回転角の挙動



応力ひずみ関係

残留応力分布

図2 ECCSのモデル

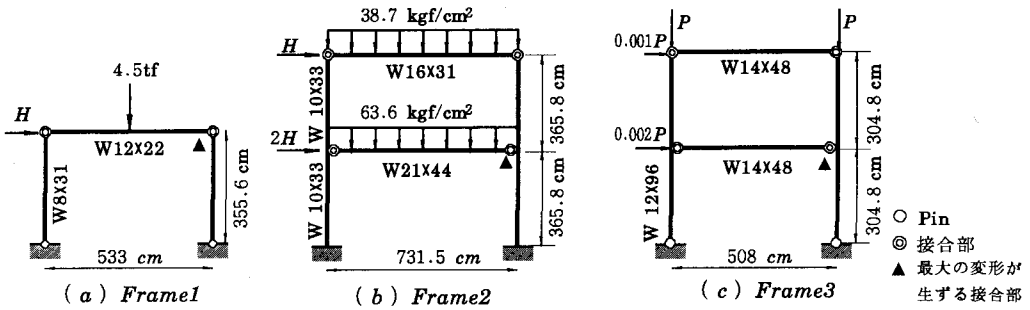


図3 解析対象構造

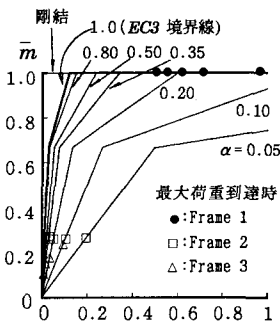


図4 $m-\phi$ 曲線

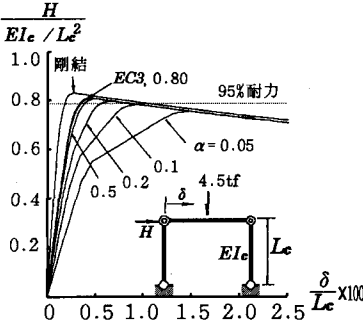


図5 荷重変位曲線 (Frame1)

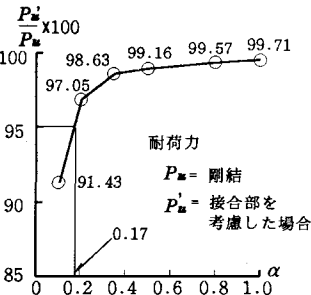


図6 α - 耐荷力関係 (Frame1)

ある。EC3では、半剛結骨組の耐荷力が剛結骨組の耐荷力の95%以上である場合、その接合部を剛結とみなしている。図6にはFrame1における α と耐荷力の関係が示してあるが、EC3の基準をこの図6に適用すると $\alpha \geq 0.17$ の場合は剛結とみなせることになり、これはEC3の区分($\alpha=1$)よりかなり小さいものとなる。またFrame2およびFrame3の解析結果にも同様の基準を適用した結果、剛結・半剛結を区分する α の値として表1に示す値が得られたが、いずれもEC3の区分($\alpha=1$)をかなり下回る値となっている。また、接合部に要求される変形能を、図4に記された最大荷重到達時の回転角で評価すると、すべての骨組において α と変形能の間に共通の傾向が見受けられる。すなわち、 α の値が小さくなる、つまり接合部の初期剛性が小さくなるほど接合部に要求される変形能は大きくなっている。しかし、接合部に要求される変形能の大きさには各骨組間で差異がみられる。表2に今回の解析から得られた接合部に要求される変形能の大きさを各骨組ごとにまとめた。表1の結果をふまえ、 α の値として0.2を用いた場合、接合部に要求される変形能の最大値はFrame1における $\phi = 0.99$ になる。

表1 剛結・半剛結の区分を表す α の値

	Frame1	Frame2	Frame3
境界値	0.17	0.083	0.17

表2 最大荷重到達時における ϕ の値

α	0.05	0.10	0.20	0.35	0.50	0.80	1.00
Frame1	2.77	1.59	0.99	0.70	0.63	0.54	0.51
Frame2	0.19	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
Frame3	—	0.08	0.03	0.01	0.009	0.002	0.002

【参考文献】

1)Vogel,U.(1984) Ultimate limit calculation of sway frames with rigid joints, ECCS publication no.33 First Edition,Rotterdam
2)Eurocode3(1984) Design of Steel Structures Part.1, Vol.1