

室蘭工大 正員 岸 徳光

PURDUE U. W. F. Chen

室蘭工大 正員 松岡 健一

日大生産工学部 正員 能町 純雄

1. はじめに

今日、鋼構造物に関する弾塑性解析はより一般的なものとなってきた。しかしながら、梁あるいは柱部材の幾何学的、材料学的非線形性のみを考慮し、接合部を弾性解析と同様に完全固定あるいは完全回転自由と仮定して解析を行なっているようである。実験結果によれば、必ずしもこれらの条件が満足されるものではなく、接合方式や接合のために用いられるアングル材あるいは板、締結材などのパラメーターによって接合点の曲げモーメントと回転角の関係は大きく変化した非線形な性状を示すことが明らかになっている。

限界状態に基づいた設計思想に移行する方向にある現在、解析は全ての重要な要因を考慮して行なわれなければならない。ここで示される接合部の剛性評価に関する問題もその一つであるものと考えられる。

接合部の剛性評価に関する研究は、1930年代から始められているが、合理的な評価式を確立することは非常に困難な問題であり、欧米各国において過去の接合部に関する実験データを基にしたデータバンク作成の重要性が強調されている。D.A.Nethercot¹⁾は接合部に関する実験データおよび剛性評価式に関するレビューを行なっており、A.V.Goverdhan²⁾はデータバンクの作成を試みている。

ここでは、接合部の非線形な剛性分布について構造解析に適用可能で簡略かつ合理的な評価式の定式化を試みることを主な目的として、特に上下フランジアングル接合に限定して検討を行なった。

2. 評価式の定式化

Fig.-1のような上下フランジアングル接合において、問題を簡略化するために、接合部に作用するせん断力は無視してモーメントのみを考慮する。また、梁と柱部材は剛体と仮定し、接合部の初期剛性と限界状態の曲げ耐力を係数値とする関数を用いることにより評価しようとするものである。

(1). 接合部の初期剛性について、上下フランジアングルにおいて、特に上フランジアングルの寄与が大きいものと考えられるのでそのみを考慮し、柱側の締結点を固定端とする片持ち梁と仮定する。B点の変位量Δはアングル材の曲げとせん断変形を考慮すると次式のように示される。すなわち、

$$\Delta = \frac{P g_1^3}{3EI} \left(1 + \frac{0.78t^2}{g_1^2} \right) \dots (1)$$

ただし、EIはアングル材の曲げ剛性であり、平均せん断係数は $\kappa = 5/6$ として計算を行なっている。ここで、上下アングル材の梁側における中心間距離を d_1 、梁部材の回転角を θ 、接合点における梁の曲げモーメントをMとすると、Δ、Mはそれぞれ、式

$$\Delta = d_1 \theta, \quad M = d_1 P \quad \dots (2), (3)$$

$$R_{k1} = \frac{3EI}{\left(1 + \frac{0.78t^2}{g_1^2} \right)} \frac{d_1^2}{g_1^3} \quad \dots (4)$$

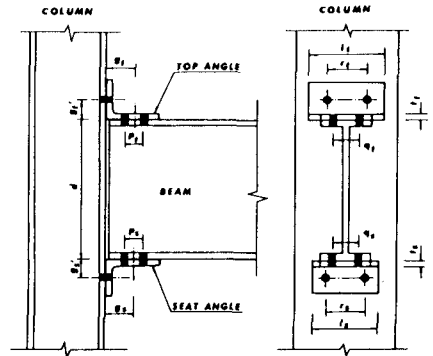


FIG. 1

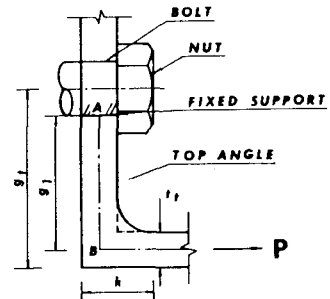


FIG. 2

(2), (3)となる。従って、初期剛性 R_{ki} は式(1)~(3)を用いて式(4)のように求めることができる。

(2). 限界状態における接合部の曲げ耐力

実験結果の考察より、上フランジアングル材において、Fig.-3に示すようなメカニズムを仮定する。図より明らかなように塑性ヒンジ間距離と板厚との比が小さいので、ここではせん断変形による効果も考慮することとすると、仮想仕事の原理より塑性モーメント M_p と塑性せん断力 V_p の関係式は次式のように表される。

$$V_p = 2 M_p / g_2 \quad \dots (5)$$

ここで、モーメントとせん断力が連成する場合のD.C.Drucker³⁾の降伏条件式(6)を用いるものとする。

$$\left(\frac{M_p}{M_0} \right) + \left(\frac{V_p}{V_0} \right)^4 = 1 \quad \dots (6)$$

ただし、 M_0 、 V_0 はそれぞれ曲げモーメントあるいはせん断力のみが作用する場合の塑性モーメント、塑性せん断力であり、Trescaの降伏条件式を用いると σ_y を降伏応力度として、

$$M_0 = \sigma_y l t t^2 / 4, \quad V_0 = \sigma_y l t t / 2 \quad \dots (7), (8)$$

と示される。従って、 V_p は式(6)に式(5), (7), (8)を代入することにより容易に求めることができる。以上より、限界状態における接合部の曲げ耐力 M_u は下フランジアングル材の塑性モーメント M_0 も考慮して次式のようになる。

$$M_u = M_0 + M_p + V_p d_1 \quad \dots (9)$$

(3). 関数近似 初期剛性と限界状態における曲げ耐力を用いて関数近似を行なう。検討可能な関数としては種々のものが考えられるが、ここではR.M.Richard⁴⁾が構造物の非線形解析に応用した関数と同様のものを用いることとする。この関数式は式(10)に示しているが、指数 n を変えることによって分布性状を変えることもでき、さらに関数 M 、 θ や接線剛性に関する式を代数式の形で容易に求めることができるなど、効果的に非線形解析に組み込むことが可能なものと考えられる。

$$M / M_u = \frac{R_{ki} \theta}{\left(1 + \left(\theta / \theta_u \right)^n \right)^{-n}} \quad \dots (10)$$

3. 実験結果と評価式による結果との比較

ここでは、Altman等⁵⁾によって行なわれたウェブアングル付きの上下フランジアングル接合に関する実験結果と比較を行なう。ウェブアングルの影響が小さいと思われる14S6と14S8についてFig.-4に示した。図より、 $n = 1.25 \sim 1.50$ の場合が比較的良好に実験結果を近似しているものと考えられる。

4. 参考文献

- 1) Nethercot, D.A. CIRIA, London (1985)
- 2) Goverdhan, A.V. Master Thesis (1984)
- 3) Drucker, D.C. Journal of Appl. Mec. (1956)
- 4) Richard, R.M. Ph.D. Thesis (1961)
- 5) Altman, W.G.Jr. et al Structural Research studies, U.S.C. (1985)

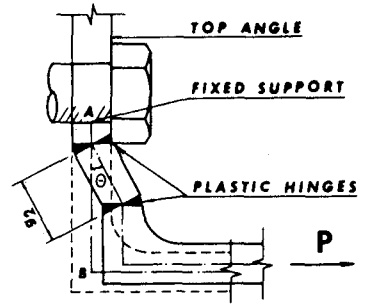


FIG. 3

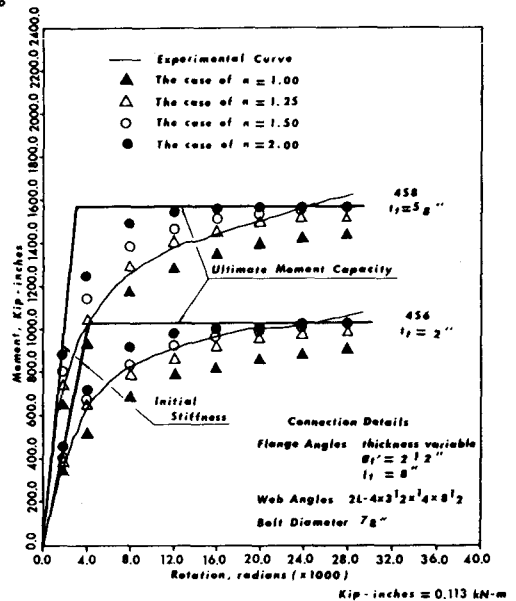


FIG. 4