

圧延H鋼溶接接合セミリジッドラーメンの強度特性

九州大学工学部 学生員 ○鎌 田 淳 司
 " " 学生員 Mian Amar Mahmood
 " " 正会員 彦 坂 熙
 " " 学生員 長 澤 達 朗

1. 緒 言

ラーメン構造に関する従来の解析と設計法のほとんどすべては、柱とはりの接合部が剛であるとの仮定に基づいているが、実際の接合部は有限の領域を持つパネルであり、弾性・塑性変形を生じる。剛節の解析仮定をできるだけ満足させるためには、柱-はり接合部に十分な補剛材の配置を必要とし、溶接工数の増加により製作・施工コストが増大する。本研究では、補剛材のすべてまたは一部を省略し、柱とはりの相対回転角を許して剛節と滑節の中間的挙動を示すセミリジッド接合を考え、接合部の実態に則した取扱いをすることにより解析結果の信頼性および構造物の安全性を向上させるとともに、製作・施工コストの低減に寄与する目的で、セミリジッドラーメンを次の仮定のもとに解析した。(1) ラーメンのはりおよび柱部材は塑性設計が可能な圧延H形鋼とする。(2) はりは柱のフランジに直接溶接接合される。(3) 部材の曲げモーメントと曲率の関係は完全弾塑性(塑性ヒンジ)モデルで表される。

2. セミリジッド溶接接合部のモーメント-相対回転角特性

柱とはりの溶接接合部は、水平および斜め補剛材を図-1(a)のように柱ウェブの両面に溶接して補強することにより、剛節の仮定をほぼ満足する。これらの各補剛材のすべてまたは一部を省略したセミリジッド溶接接合部に生じる相対回転角 ϕ を図-1(b)に示す曲げ相対回転角 ϕ_b とせん断相対回転角 ϕ_s とに分けて考える。 ϕ_b ははりの端モーメントに伴う柱ウェブの水平引張および圧縮変形により生じ、また ϕ_s は柱ウェブパネルゾーンの純せん断変形により生じるものとする。

(1) 曲げおよびせん断相対回転挙動の特性値

接合部の曲げ相対回転剛性 C_b は、はりのフランジ偶力 F により引張および圧縮を受けるパネルゾーンの柱ウェブの弾性変形に基づいて求められる。セミリジッドの曲げ相対回転降伏モーメント M_{yb} および曲げ相対回転塑性モーメント M_{pb} は、柱ウェブの弾性および塑性限界時の有効幅を用いて算定される。¹⁾ 図-2は、弾性限界時の有効幅をより精度よく算定するため、セミリジッド接合部の有限要素法解析より求めた、弾性主応力等高線の一例である。

せん断相対回転剛性 C_s は、純せん断を受ける接合部の柱ウェブパネルの弾性変形に基づいて算定され、せん断相対回転降伏モーメント M_{ys} は、VON MISES の降伏条件より求められる。 M_{ys} を越えるモーメントは、主として柱フランジの曲げにより抵抗され、接合部は十分な相対回転容量を持つ。せん断相対回転塑性モーメント M_{ps} の算定には、Krawinklerらによる経験式²⁾を用いた。

JIS圧延H形鋼から塑性設計が可能な断面のみを選び、それらを広幅(ウェブ高 H ≒フランジ幅 B)、中幅(H ≒1.5 B)、細幅(H ≒2 B)の3種類に分類する。柱部材の幅 B_c とはり

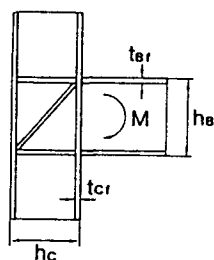


図-1(a)

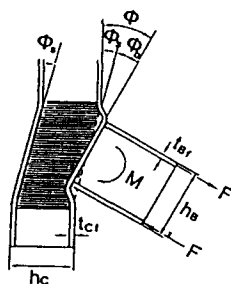


図-1(b)

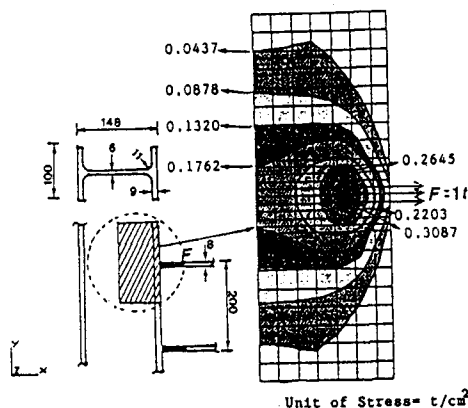
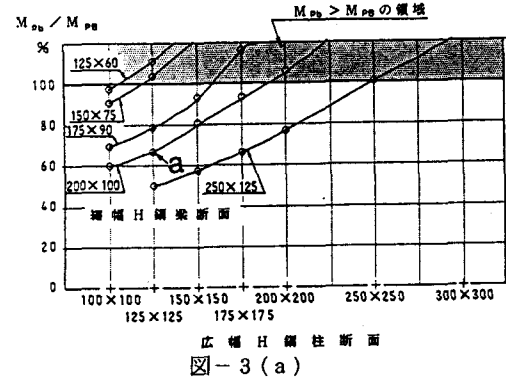


図-2 弾性主応力等高線

部材の幅 B_B との間で $B_C \geq B_B$ の関係を満足するように構成したセミリジッドジョイントの特性値計算結果から、一例としてははり部材に細幅H形鋼を用いた場合の、 M_{pb} とはりの全塑性モーメント M_{pB} の比を図-3に示した。

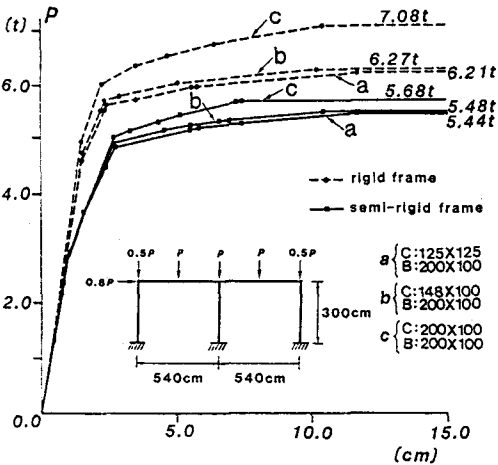
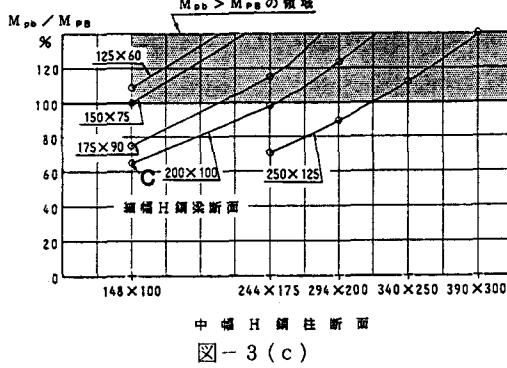
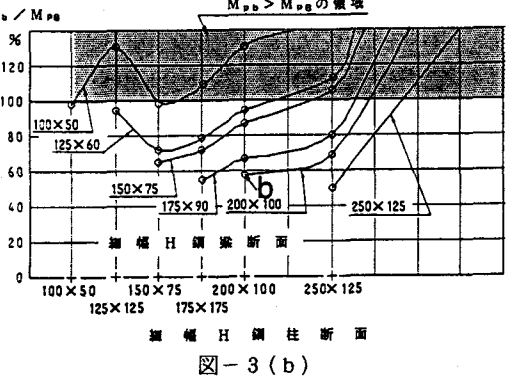
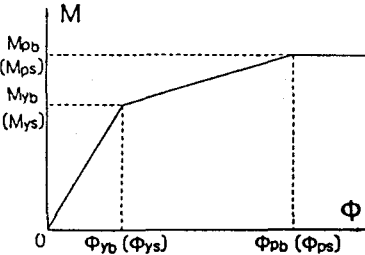


3. セミリジッドラーメンの弾塑性解析

相隣る2つのセミリジッド接合部を両端にもつラーメン部材を考え、接合部パネルの中心 i, j 間の距離をその部材長とする。部材 $i-j$ は両端に等価回転剛性 C_i, C_j の相対回転バネを、またその内側直列に回転剛性 p_i, p_j の塑性ヒンジバネをそれぞれ有し、各バネの寸法は部材長に比べて無視できるものとする。部材の i 端における塑性ヒンジバネは、部材端モーメント M_{ij} が全塑性モーメント M_p に達するまでは無限大の回転剛性 $p_i = \infty$ を有し、 M_p に達した以後の回転剛性は $p_i = 0$ とする。

相対回転バネのモーメント M と相対回転角 ϕ の関係は、図-4を仮定する。部材端 i に挿入する相対回転バネの等価回転剛性 C_i は、はり部材の場合は接合部の曲げ相対回転剛性 C_b に、柱部材の場合は接合部のせん断相対回転剛性 C_s にそれぞれ等しくなる。

はりおよび柱部材に a, b, c の3種のH形鋼の組合せを用いた2スパンラーメンについてジョイントがリジッドおよびセミリジッドの場合の弾塑性解析を行い、結果を図-5に示した。3種の組合せ a, b, c は、図-3(a), (b), (c)の図中に示すセミリジッド特性をもつ。セミリジッド化による崩壊荷重の低減率は、 a が12%、 b が13%、 c が20%である。



参考文献

- 1) 彦坂他：溶接ジョイントの非線形剛特性を考慮したラーメンの解析：昭和62年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1-20. pp40~41 1988.3.
- 2) H.Krawinkler et al.: Seismic Behavior of Moment Connections and Joints. ASCE ST2, Feb.1982