

大阪市立大学	正員 倉田 泉章
櫻田機械工業	正員 前田 幸雄
大阪市立大学	正員 渡辺 野昭吾
大阪工業大学	正員 岡村 宏一
大阪市立大学	正員 加藤 正之
大阪市立大学	正員 園田 忠一郎

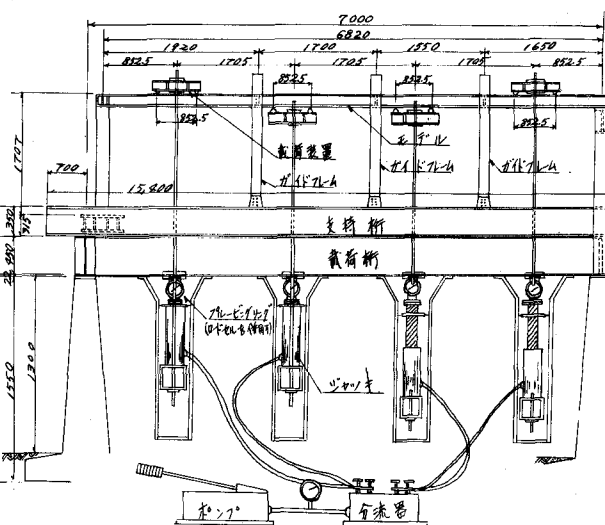
緒言： 塑性設計法によって設計された2至面溶接鋼ラーメンの大型模型に対して崩壊実験を行って、本構造物の塑性挙動と崩壊機構を究明し、更に塑性ヒンジ発生箇所の部材断面について模型の約3倍の寸法の桁を製作して曲げ破壊試験を行い、計算上の全塑性モーメントが実物的大型断面についても期待出来るか否かの検討を試みたものである。

1. ラーメンの模型実験

(1) 試験ラーメンの寸法： 試験体は2至面等脚固定端ラーメンで中央支桌は単純支持である。等至面試験体は左右至面共に6820mmの長さ、従って両脚中心線間距離13640mm、脚の高さ1628mmの端元を有し試験体の数は3箇、不等至面試験体は左右至面長各々6320mmと7320mmで脚中心線間距離及び脚の高さは等至面と同じで試験体の数は1箇である。梁部はフランジ厚さの变化したI型断面で、脚部は箱型断面で、ラーメン隅角部では梁断面も脚頭上に通してある。使用鋼材の平均降伏応力は2900kg/cm²である。

(2) 実験の方法及び装置： 荷重は全至面等分布満載荷重に等価である各至面等間隔8尺の集中荷重を考へ、連動式油圧ジャッキによって左右至面に均等に載荷を更施して行き、ラーメンの崩壊機構に至る迄の塑性変形の進行を測定した。横倒れ、揺れ等を防ぐ為の最小限度の支持棒を設置すると共に、至面中央附近ではフランジの下側からの懸垂方法で載荷を行い梁部の捻り作用の影響を小にせんと試みた。

(3) 測定： 本ラーメンの崩壊形式は隅角部、中央支桌及び至面中央部に塑性ヒンジが発生する形式であるから、梁部材の荷重—撓度曲線を撓度測定によって逐次決定して行くことにより本ラーメンが崩壊機構に変じた状態を判定することが出来る。此の撓度測定は長いストロークを有するダイヤルゲージとスケールを併用して、左右至面各々3尺について更施し、又塑性流動その進展をその発生



を調べる爲に、塑性ヒンジが形成されると予想される箇所に於ける断面内の歪分布を抵抗線歪計で測定し、之によって塑性ヒンジの形成が理論的計算の際の仮定ヒンジと一致の検証を行い、崩壊機構に至る迄の各測定箇所における応力分布からラーメンの塑性挙動を把握した。

(4) 実験結果：

(a) 最も大なる撓度と与える等間中央測点に於ける荷重—撓度曲線の追跡によって、水平漸近線から崩壊荷重の評価を行い得て、載荷位置の不整又は試験体の元撓計算の原因による弾性横倒れ坐屈が誘発されない限り理論計算荷重と良好なる一致をみた。

(b) 歪測定の結果から第1に荷重が崩壊荷重に達すると、先に予想された塑性ヒンジ附近の突縁応力は大体皆降伏応力に達しているが、ラーメン隅角部では梁部に塑性ヒンジも予想していたにもかかわらず柱頭部に塑性ヒンジが形成されることが分った。第2に崩壊直前に発生する最終の塑性ヒンジは等間中央部に発生するものであるが、突縁応力が降伏応力に達すると同時に必ず横倒れを起して、その変形物式の進行が同時に崩壊を形成することが分った。

以上の実験に関連して

(1) 試験体の弾塑性解析と塑性ヒンジ発生過程の追跡。

(2) 崩壊荷重の計算

(3) 撓度の理論計算

を行つて実験に於ける測定値との比較と評価を理論的に裏付けをし、更に

(4) 試験体の挫屈に対する検討を僅挫屈と局部挫屈について行い、

(5) 試験体の残留応力に対しても考察を行った。

2. 更物型試験桁の曲げ破壊試験

(1) 試験は200トンアムスラー試験機によって、上方からの2点又は1点載荷による単純梁試験を行った。試験桁は模型形試験ラーメンに於ける等間ラーメン中間支桌部、不等間ラーメン中間支桌部、等間ラーメン両端中央部及び不等間ラーメン左支端中央部の各々における断面の約3倍の寸法を有する断面を持つ4本の梁を対象とした。試験桁は全長4500mmで梁高は454mm~470mmのものである。

(2) 撓度測定と歪測定を更にしたが、塑性ヒンジ形成後局部坐屈と横倒れ坐屈を生じた。測定値と理論計算値を比較検討すると、2点集中荷重試験では、崩壊実測荷重値は何れも計算値を上廻り、且つ応力分布より荷重が崩壊荷重に達すると塑性ヒンジ形成予想箇所では応力が断面全体に至つて降伏し、実際に塑性流動の状態となっていることが明らかに確認された。又1点集中荷重試験では剪断力の影響の爲に、塑性ヒンジ形成は予想箇所に認められたが、2点荷重の際の如く崩壊荷重計算値は計算値を上廻ることは無く大断面荷の値が一致していることを知った。

結 言：

1) 塑性ヒンジ形成箇所が予想される全塑性モーメントが確保されるならば、単純な塑性理論によって計算された崩壊荷重は充分な安全度をもち信頼出来るものである。

2) 最終塑性ヒンジ形成箇所の推定は回転容量を充満し難い場所に対して行うべきで、このことは本試験ラーメンの歪曲ヒンジの形成から判定出来、且つかかる箇所に於ける崩壊時抵抗モーメントはフランジ降伏(Flange Fully Plastic)の状態について考えるのが实际的である。例えば横抵抗増大の為に横方向への支材を多く取りつけて全塑性モーメントを期待するよりは、フランジ降伏の状態での崩壊荷重を基準にして荷重係数を考える方が設計上の応用性にもよいと考えられる。

3) 実物型試験桁の実験結果から、桁の生屈(局部生屈と横倒れ生屈)が防止されていること、載荷に際して偏心のないこと及び桁に元撓みがないこと等が確保されている場合には、計算上の塑性モーメントは抵抗モーメントとして十分に充満できるものである。

之等の事から今後、塑性域に於ける梁とか柱の生屈に対して応用性ある解明を進めると共に、梁と柱の結合部に於ては期待した箇所に塑性ヒンジが形成される様に、曲げモーメントの伝達に留意して細部設計を行うこと、又歪曲ヒンジの附近は横倒れを防ぐ如き構造になっていることが必要であるが、全塑性モーメントは期待できないこと等に注意を拂うならば、不静定構造の橋梁で等分布荷重を対象とする人道橋とか跨道橋に対して、塑性設計法は十分に信頼性をもって応用出来るものである。

等径間ラーメン径間中央部 荷重-撓度曲線

