

関西大学工学部 フェロー 三上市蔵
兵庫県土木部 正会員 ○関 雅仁

1. まえがき

鋼構造部材にダクティリティを持たすことは耐震性を考慮する上で重要なことである。部材に変形能を確保するための研究は種々なされている。その中に鋼材の機械的性質そのものを制御できる高性能鋼を用いて部材の変形能を確保しようとする研究がなされており、既に高性能鋼を用いることで従来鋼よりも部材の変形能を高めることが実験や解析で報告されている^{1), 2)}。また、部材に変形能を与える鋼材の機械的性質のあり方についても研究がなされている^{3), 4)}。本研究では、文献調査を行い、鋼構造部材の変形能と高性能鋼の機械的性質の関係について、各種部材断面形状、各種作用力における降伏比、降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配と変形能との関係を検討した。

2. 文献調査

高性能鋼と変形能に関する研究、鋼材の機械的性質と変形能に関する研究の文献について、土木学会論文集、日本建築学会構造系論文集、日本建築学会各支部報告集（北海道、東北、北陸、関東、東海、近畿、中国、九州）、材料、鉄と鋼、構造工学論文集の雑誌を過去数年分遡って133の文献を収集した。

3. 文献調査結果

収集した鋼材の機械的性質と変形能に関する研究論文は、鋼材の機械的性質である降伏比、降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配に分けると表－1のようになる。表から鋼材の機械的性質と変形能に関する研究としては、H形断面部材の曲げを受ける場合の降伏比と変形能の関連についての研究が多くなされており、降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配と部材の変形能との関連については研究されていないことがわかる。

表－1 鋼材の機械的性質と変形能との関係を研究した文献

断面・構造	作用力	文 献 数			
		降伏比	降伏棚	ひずみ硬化勾配	計
H形断面部材	曲げ	12	1	2	15
	曲げ・圧縮	4	1	1	6
	圧縮	3	0	0	3
箱形断面部材	曲げ	1	0	0	1
	曲げ・圧縮	1	0	0	1
	圧縮	3	2	0	5
箱形補剛断面部材	曲げ・圧縮	1	1	0	2
円形断面部材	圧縮	1	1	0	2
十字形断面部材	圧縮	2	1	0	3
板・補剛板	圧縮	3	2	2	7
ラーメン	曲げ・圧縮	3	0	0	3
計		34	9	5	48

4. 調査結果の分析

降伏比と部材の変形能との関係では、全ての論文において幅厚比が大きい場合に限り、低降伏比化によって塑性率が上昇すると述べている。また幅厚比が小さい場合について述べた論文においては、低降伏比化による塑性率上昇は望めないという結論が得られている。このことをより明確にするために、H形断面部材の曲げ実験の結果から、降伏比0.6, 0.7, 0.8, 0.9ごとのフランジ幅厚比Rと塑性率（最大荷重時の変形量／降伏時の変形量）との関係を図－1にプロットし、降伏比のグループごとに、フランジ換算幅厚比Rと塑性率の関係曲

線を描くことができた。フランジ換算幅厚比 R が 0.5 付近のとき、降伏比が低下すると塑性率が上昇することがわかる。日本建築学会の限界状態設計法指針⁵⁾で規定している耐震に必要な塑性率 5 を確保する換算幅厚比 R をみると降伏比を低下させると大きくなることがわかる。

降伏棚の長さ（ひずみ硬化開始歪／降伏歪）と部材の変形能との関係については、降伏棚のある鋼材と降伏棚の無い鋼材の比較を通して検討しており、幅厚比が大きいときは降伏棚が存在することによる変形能の増加が認められるが、幅厚比が小さくなると降伏棚の存在による塑性率上昇は認められなくなるという結論が得られている。降伏棚の長さの部材の塑性率への影響については、理論的研究があるが、これは幅厚比がかなり大きいときに限られている。そこで、箱形断面短柱の圧縮試験の結果をもとに、換算幅厚比 R ごとに降伏棚の長さとしずみ塑性率（最大荷重時のひずみ／降伏荷重時のひずみ）との関係を図-2 にプロットした。ただし降伏棚のみの影響をみるために降伏比 0.70～0.85、ひずみ硬化勾配 1/50～1/150 の鋼材の結果をプロットした。この図から幅厚比 R が 0.25 以下なら降伏棚を長くすると塑性率が増加するが、幅厚比 R が 0.25 より大きくなると降伏棚が長くなっても塑性率は上昇しないことがわかる。

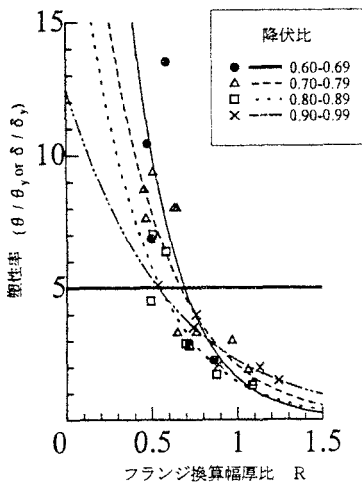


図-1 フランジの降伏比の違いと塑性率関係

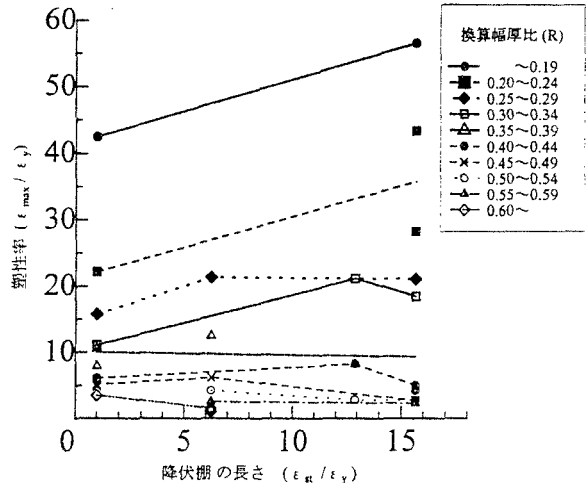


図-2 降伏棚の長さとは箱形断面短柱の塑性率

5. あとがき

文献を集めて、種々の断面形状、作用力において降伏比、降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配と変形能の関係に関する研究を調べた。また、実験データにもとづいて、降伏比グループごとの幅厚比と塑性率の関係、降伏棚の長さとは塑性率の関係を図示した。著者らは現在、降伏比、降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配と変形能との関係を詳しく検討するために、曲げ圧縮を受ける箱形断面部材の有限要素解析を行っており、結果については、講演会当日に述べる予定である。

参考文献 1) 桑村他：降伏比の異なる高張力鋼梁の曲げ実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，1987. 4. 2) 桑村：降伏比の異なる鋼材を用いた梁-柱の面内弾塑性挙動に関する解析，日本建築学会大会学術講演梗概集，1987. 7. 3) 豊田他：骨組溶接構造体の変形能からみた鋼材の降伏比・一樣伸び特性のあり方，溶接学会論文集，Vol.8，No.1，1990. 4) 加藤：高性能鋼の高層建築への適用，鉄と鋼，第76年，No.8，1990. 5) 日本建築学会：鋼構造限界状態設計基準（案），1990.