

はり部材損傷型の鋼門形ラーメンの非弾性地震応答性状

大同工業大学工学部

板橋 誠

大同工業大学工学部

伊藤 淳二

大同工業大学工学部

正会員

酒造 敏廣

1. まえがき

筆者らは、これまでに鋼変断面構造の1, 2層門形ラーメンの非弾性地震応答解析を行い、鋼断面の損傷（塑性変形の累積）を小さく抑えるための部材断面構成法について検討してきた^{1)~4)}。その際、はり中間部の腹板を始めとするはり部の塑性変形が先行するラーメンでは、隅角部直下の柱断面、および、柱基部の損傷を軽減する効果が大きいことを示した。

本研究では、水平地動を受ける1, 2層門形ラーメンにおいて、せん断力が卓越して板厚が大きい隅角部腹板に着目し、その塑性変形が柱基部の損傷に及ぼす影響について検討を加えたものである。

2. 解析モデルと解析方法

(1) 門形ラーメンのモデル化

柱頭部に定鉛直荷重 P が作用している1, 2層門形ラーメンを解析対象とした、2層門形ラーメンの場合を図1に例示する。解析では柱頭部にのみ集中質量 M を考慮し、はり・柱の質量を無視した。はり・柱は変断面構造としている⁵⁾。解析方法は、概ね文献1)の方法に従っている。水平地動には El-Centro 波の最初の8秒間を用いている。

(2) i 層目の隅角部腹板の塑性化パラメータ α_{pi}

本研究では、隅角部腹板の塑性化が柱基部の損傷度合に与える影響を調べるため、第 i 層目の隅角部腹板と柱基部 Sec.1 断面の塑性化に関するパラメータ α_{pi} を次式で定義した¹⁾。

$$\alpha_{pi} = M_{py} / M_{p1} \quad \cdots (1)$$

ここに、 M_{py} ：隅角部腹板の全塑性せん断変形に対応する塑性モーメント（ $=2D_b D_c t_{ws} \tau_{ys}$ ）、 M_{p1} ：断面 Sec.1 の全塑性モーメント、 τ_{ys} ：隅角部腹板の降伏せん断応力である。 α_{p1} = 約1のときの2層門形ラーメンの寸法諸元と降伏点を表1に例示する。

3. 数値計算結果と考察

隅角部域の腹板の降伏点を変化させて数値解析を行った。

(1) 1層ラーメンの解析結果

1層ラーメンの解析結果から、パラメータ α_{p1} と各種の応答値を図2に示す。

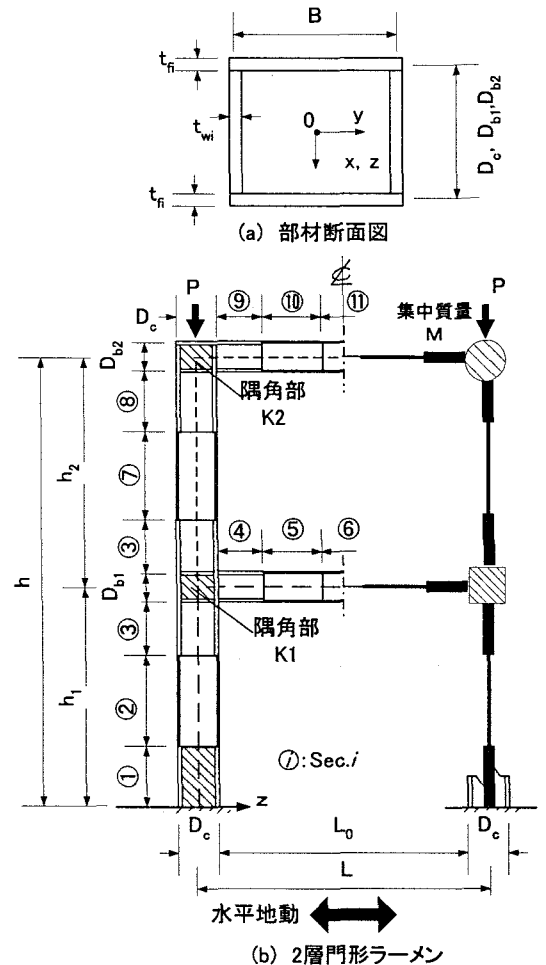


図1 2層門形ラーメンの解析モデルの例

表1 1層目隅角部損傷型 ($\alpha_{p1}=1$): 2層ラーメンの諸元

断面	寸法他	腹板高さ D_i (cm)	板厚 (cm)		降伏点 $\sigma_{fyi} (\sigma_{wyi})$ (MPa)
			t_{fi}	t_{wi}	
Sec.1		93	3.20	2.56	314(314)
Sec.2, Sec.7		93	2.60	2.08	314(314)
Sec.3, Sec.8		92	3.60	2.88	564(564)
Sec.4, Sec.9		116	3.60	2.88	564(564)
Sec.5, Sec.10		116	3.60	2.88	314(314)
Sec.6, Sec.11		120	—	0.9	— (353)
隅角部腹板 K1		120	—	2.88	— (265)
隅角部腹板 K2		120	—	2.88	— (325)

注) $h=30m$, $h_1=h_2=15m$, $L=12m$, $B=1.2m$, Sec. i の長さは文献5)と同じ。

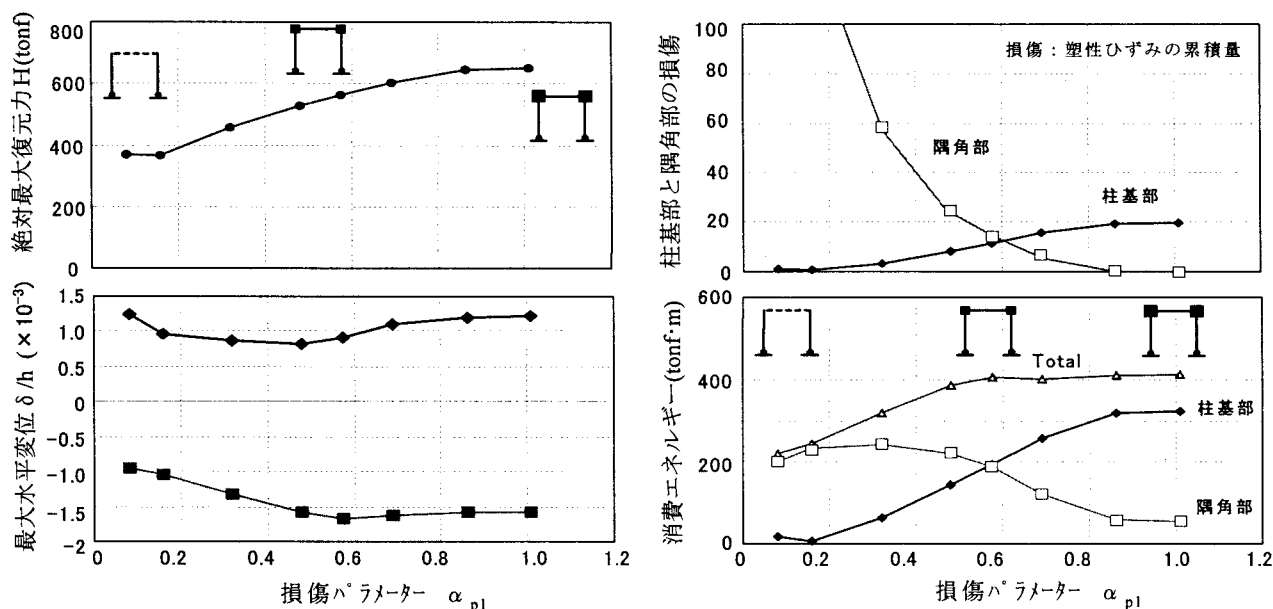


図2 隅角部腹板が塑性化する1層門形ラーメンの各種応答値の変動

この図からわかるように、 α_{pl} が小さくなると隅角部腹板に損傷が集中し、柱基部の損傷が小さくなる。隅角部腹板の消費エネルギーが頭打ちになる点 α_{pl} は約0.4の付近では、最大水平変位の応答値も25%程度小さくなっている。ここで、 $\alpha_{pl}=0.6$ は隅角部腹板の降伏点が約100MPaの低降伏点鋼に相当する。隅角部の抵抗せん断力の大きさを適切に設定することにより、柱基部の損傷を半分程度に抑えることができる。

(2) 2層ラーメンの解析結果

つぎに、1層目隅角部腹板の塑性変形が卓越する場合について、2層ラーメンの応答解析を行った。2層ラーメンの各種応答値とパラメータ α_{pl} の関係を図3に示す。

この図から、上の結果と同様に、隅角部腹板にはエネルギー消費が頭打ちになる α_{pl} 値(=約0.84)が存在することがわかる。 $\alpha_{pl}=0.84\sim 1.4$ の範囲では、 α_{pl} を若干小さくすることによって、柱基部の損傷を抑える効果が大きいことがわかる。

4. まとめ

隅角部腹板が非弾性応答を呈する場合について、1, 2層ラーメンの地震応答解析を行った。柱基部の損傷軽減を考えていく上で、隅角部腹板の抵抗せん断力が一つのパラメータになることを示した。

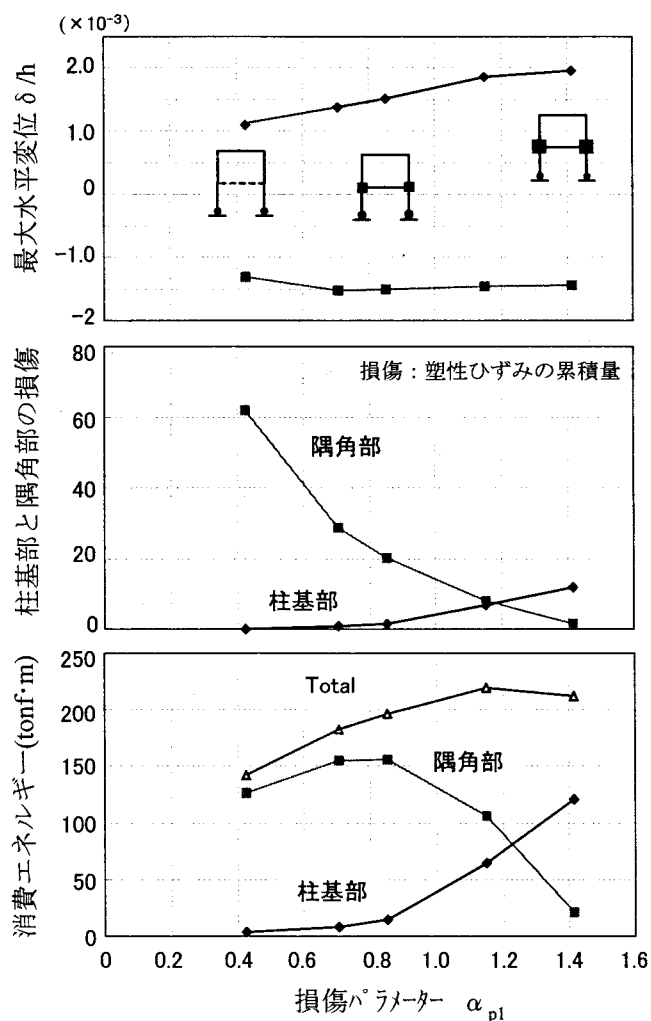


図3 2層ラーメンの各種応答値の変動

参考文献 1)酒造, 事口, 長田: 構造工学論文集, 土木学会, Vol.43A, 1997年3月, pp.205-216. 2)酒造: 構造工学論文集, Vol.44A, 土木学会, 1998年3月, pp.169~178. 3)山田, 酒造: 第3回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計法の応用に関するシンポジウム論文集, 2000年3月, pp.149-156. 4)酒造: 構造工学論文集, 土木学会, Vol.47A, 2001年3月, pp.771~782. 5)酒造: 第26回地震工学研究発表会・講演概要, 土木学会, G2-5, 2001年8月, pp.1001~1004.