

左右非対称の溝形断面梁, リップ溝形断面梁の弾塑性挙動

准会員 ○佐藤 凱斗*1, 正会員 木藤 一輝*2
正会員 薩川 恵一*3 正会員 鈴木 敏郎*4

梁の横座屈 有限要素法 弾塑性解析
非対称断面 せん断中心 曲げねじり剛性

1. はじめに

本報では、リップ溝形鋼梁と溝形鋼梁について弾塑性力学性状を調べる。左図は解析での設定条件を示しているが、任意長さの部材に対し横方向への変形拘束として部材中央と左右材端部近傍を2箇所ずつ全体で7箇所とし、解析は6面立体要素による有限要素法によっている。

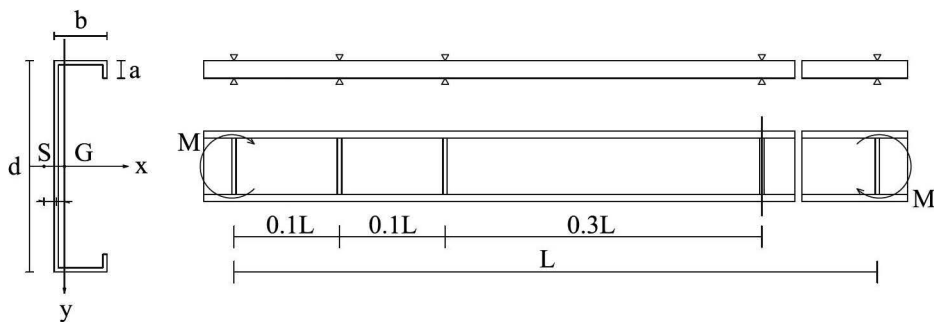


図-1 解析概要

2. リップ溝形鋼梁の弾塑性挙動

現規格の断面は板厚が 4.5mm までと形も小さく、更に 6.0mm 板厚での冷間整形が可能と見て断面形も大きくすれば、梁の使用範囲が広がると考えられる。勿論、その断面形状故に材端部仕口や他部材との接合部の煩雑さはあるものの、梁としての力学性能は他の断面と比べ極めて優れているからである。

図-2 はリップ溝形鋼 C-300x75x25x6.0 を梁として新たに想定した解析例である。両端単純支持、逆対称曲げを受ける梁で、材長 4,500mm~9,000mm の 4 ケースに対する弾塑性解析結果を載せている。図の縦軸は全塑性モーメントで無次元化、横軸は到達時点の塑性変形角との比で描いている。梁の曲げ荷重は上記範囲では全塑性モーメントにまで届き、梁の横変形を適切に拘束すればその後も耐力維持され且つ耐力低下も緩やかになる。

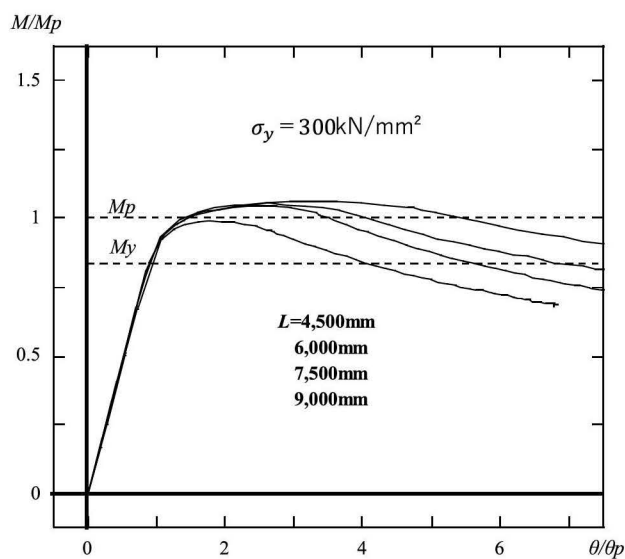


図-2 Lipped-channel-300x75x25x6

ここで設定したリップ溝形断面の各寸法は表-1 の上段に示したが、降伏モーメントの全塑性モーメントとの比率は

$$M_y/M_p \approx 0.85$$

であり、降伏開始点を目安とする弾性設計される梁に上記耐力幅は安全性の保障となろう。

表1 断面性能

	d	b	a	t _r	t _w	e	A	I _x	I _y	y _o	K	Γ	M _y	M _p
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	×10 ⁶ mm ⁴	×10 ⁶ mm ⁴	mm	×10 ⁴ mm ⁴	×10 ⁹ mm ⁶	×10 ⁷ Nmm	×10 ⁷ Nmm
lippedChannel C-250×75×25×4.5	245.5	70.5	22.75	4.5	4.5	18.93	1944	17.649	1.372	31.42	1.312	13.751	4.313	5.055
Channel C-250×75×5.0	245	72.5	0	5	5	13.48	1950	17.007	0.916	23.19	1.625	9.916	4.165	4.915
H-beam H-250×75×4.5×6	244	75	0	6	4.5	0	1998	18.843	0.422	0	1.821	6.279	4.634	5.303

Elasto-Plastic bending behavior of channel and lipped-channel section beams with one-axis of unsymmetry

SATO Kaito*1, KITO Kazuki*2
SATSUKAWA Keiichi*3, SUZUKI Toshiro*4

3. 溝形鋼梁の弾塑性挙動

軽溝形鋼の規格品は板厚 6.0mm まで、断面種別は豊富である。特にフランジ幅は 50mm と 75mm の 2 タイプが主で梁せい 450mm まで 50mm 間隔毎に在り、梁せいからみてフランジ幅が極めて小さい断面が目立つ。

ここでは断面積が同じ、幅の広い C-300x50x6.0 と幅の狭い C-350x50x6.0 を取り上げ、溝形鋼梁の弾塑性挙動を調べた。解析は前例と同じ横補剛条件、逆対称曲げ載荷とした。図-3 に描いた 2 タイプについて断面諸定数は表-1 の下段に載せている。

図-4(a)と(b)は部材長さを 4,500~9,000mm まで 4 段階に変えた弾塑性荷重変形関係であり、縦軸は全塑性モーメントとの比、横軸は前記時点の変形角との比で、実体強度もほぼ同じである。

両図から分かることは、溝形断面梁についても適切な区間で横変形を拘束すれば降伏後も耐力上昇し全塑性モーメントにまで届く。溝形鋼は降伏モーメントと全塑性モーメントにとの開きは大きく、

$$M_y/M_p = 0.83 \sim 0.77$$

の範囲にあり、弾性設計される梁としても全塑性モーメントを確保できれば梁の安全性を高める上で有用である。ただ、最大荷重到達後の耐力維持は難しく、このままでは梁の機能は荷重を支える弾性設計範囲に限られる。

この原因は梁フランジの降伏後圧縮側から生ずるフランジの局部変形がウェブと連動して進行することによる。従って、溝形鋼梁に対し全塑性モーメントを確保し更に耐力維持を図るためには、材端部近傍での局部座屈変形を抑えることが必須である。今後取り組む課題でありこれが解決できれば、溝形鋼は現規格にある板厚 6.0mm を 9.0mm にまで引き上げての冷間加工は容易と考えられ、溝形鋼の大型化を進め且つ耐震性能に優れた鉄骨梁としての活用場が広がる。

なお、図-5 は一連の解析で設定した材料の応力度ひずみ関係である。

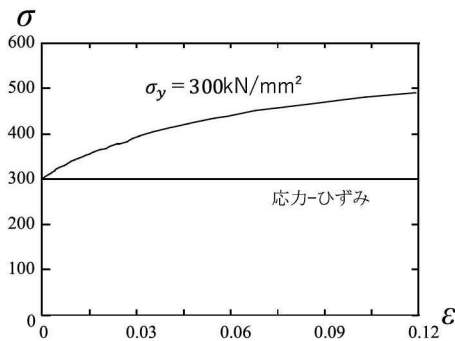


図-5 σ-ε 関係

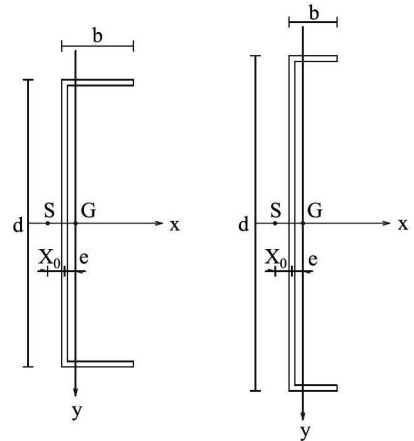


図-3 解析モデル断面図

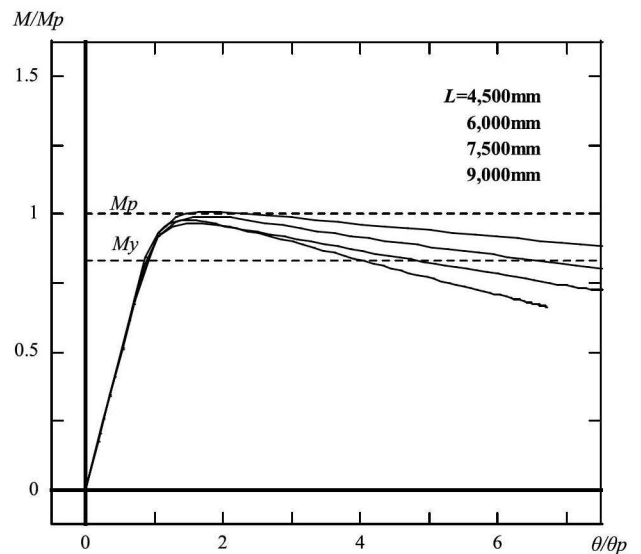


図-4(a) Channel-300 × 75 × 6

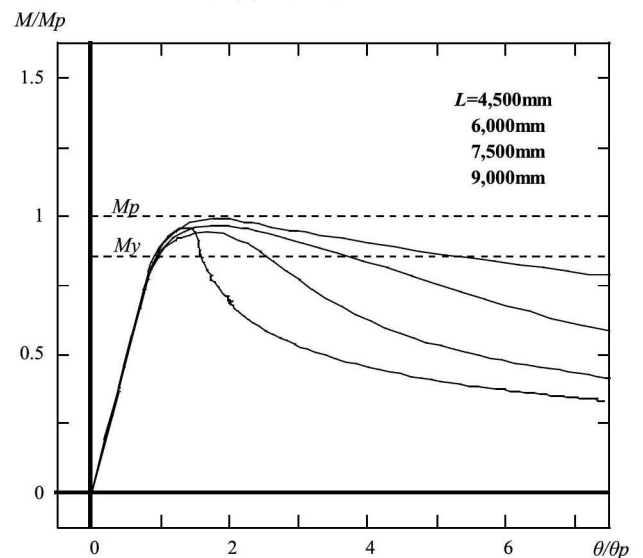


図-4(b) Channel-350 × 50 × 6

*¹ 愛知工業大学 大学院生
 *² 愛知工業大学 学部生
 *³ 愛知工業大学 教授
 *⁴ 構造材料研究会

*¹ Graduate student, Aichi Institute of Technology
 *² Undergraduate, Aichi Institute of Technology
 *³ Professor, Aichi Institute of Technology
 *⁴ Suzuki Laboratory of Material and Structure