

鋼鉄道構造物における座屈耐荷力評価法に関する一考察

(株)復建エンジニアリング 正会員 ○江口 聡

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 永井 紘作

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 山口 慎

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 池田 学

1. はじめに

鉄道構造物の設計基準である「鉄道構造物設計標準・同解説 鋼・合成構造物」¹⁾（以下、設計標準）では、耐荷力算定時の材料強度には板厚によらない基本強度をもとに座屈等の影響を考慮した強度を用いている。この基本強度は板厚が $16 < t \leq 40\text{mm}$ での保証降伏点強度の下限值に相当するものである。現在設計標準の改訂作業が行われているところであるが、材料強度の特性値に JIS 保証降伏点強度（表 1）を適用し、板厚を現行 50mm から 75mm 程度までの緩和することが予定されており、これにより耐荷力にどのような影響が出るかについて、検討を行った。

2. 設計標準との比較検討

JIS 保証降伏点強度は表 1 に示すように板厚により変わり、これにより耐荷力がどのような傾向となるかを把握するため、図 1 に示すような、一般的に鉄道構造物に用いられる断面を基準とし、①フランジ厚、②ウェブ厚、③有効座屈長をパラメータとして、軸方向耐力、曲げ耐力の算定を行った。設計標準による計算結果との耐力の比較を行った結果を、表 2 にまとめる。図 2 はフランジ厚を変化させたときの曲げ耐力曲線の一例である。表 2 より、SM400 材を用いたときに、現行に対する耐荷力低減率が最も小さいことがわかる。

改訂案では、耐力は板厚 17mm と 41mm の材料強度が変化する点で不連続となる。特に、板厚が 40mm を超えると保証降伏点強度が SM400 材では約 9%低下し、これに伴い耐荷力も約 9%程度低下する。このように、板厚が増えても耐力が低下する傾向が認められる。

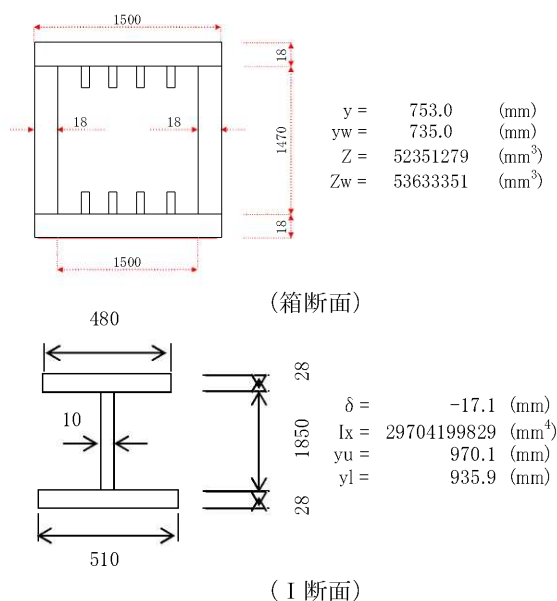


図 1 基準断面

表 1 鋼材種別ごとの材料強度

鋼種		$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 75$	$t > 75$
普通鋼材	SM400	245	235	215	215
	SM490	325	315	295	295
	SM520	365	355	335	325
	SM570	460	450	430	420
降伏点一定鋼		40 < t ≤ 100mm において降伏点一定 (16 < t ≤ 40mm の強度)			

表 2 設計基準と提案法による耐荷力比（対 現行設計標準）

鋼種	N_{tud}	N_{cud}	M_{tud}	M_{bud}
SM400	0.915	0.958	0.915	0.958
SM490	0.937	0.984	0.937	0.981
SM520	0.944	0.988	0.944	0.989
SM570	0.956	1.00	1.05	1.00

ここに、 N_{tud} ：軸方向引張耐力、 N_{cud} ：軸方向圧縮耐力、 M_{tud} ：曲げ引張耐力、 M_{bud} ：横倒れ座屈を考慮した曲げ圧縮耐力

Key Words：耐荷力、保証降伏点強度、降伏点一定鋼

連絡先：〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12

TEL.03-5652-8563 FAX.03-3660-9374

そこで、耐荷力の不連続が各種鋼材でどの程度の差となって現れるかを、図-3の曲線①②に示すように、耐荷力に不整合が生じないようにするという観点から検討を行った。表3には、改訂案の耐荷力の、曲線①②に対する比でまとめたものを示す。

表3から明らかなように、 $t=41\text{mm}$ での材料強度の低下率もっとも大きいSM400材を用いたときに、耐荷力の低下も大きい。また、鋼材ごとでその値にはばらつきがあることがわかる。

表3 各曲線との耐荷力比

	SM400	SM490	SM520	SM570
①に対する比	0.914	0.936	0.916	0.934
②に対する比	0.931	0.953	0.960	0.972

3. 降伏点一定鋼の適用性

道路橋などで実績が豊富な降伏点一定鋼は、鋼材単価は普通鋼材より高くなるが、材料強度が $16 < t \leq 100\text{mm}$ で一定となるというメリットを有している。現行の設計標準では降伏点一定鋼に関する明確に規定されていないが、今回の設計標準の改訂で、適用板厚の緩和が予定されているため、降伏点一定鋼の適用性について検討を行った。

検討では、図1においてフランジ厚を41mm、50mmとして降伏点一定鋼を用いたものとして算定した断面と、同じ耐荷力が得られる普通鋼材の断面とを算定し、鋼材費の比較を行った。鋼種ごとに計算した鋼重と鋼材費の普通鋼材の計算結果に対する比を、図4に示す。

図4より、 $t=50\text{mm}$ 程度の厚板になると、降伏点一定鋼を用いた場合には、普通鋼材よりも鋼重が低減し、鋼材費も抑えられることがわかる。またその効果は、高強度材の方が顕著であった。

4. まとめ

本稿では、鋼材の材料強度の特性値にJIS保証降伏点強度を適用した場合の耐荷力評価への影響について、試算をもとに検討を行った。また、降伏点一定鋼の適用についても検討を行った。

- (1) JIS保証降伏点強度が変わる板厚16mm、40mmで耐荷力が不連続となる。この影響は板厚40mmの方が大きく、SM400材では1割程度の違いがある。
- (2) 降伏点一定鋼を用いることにより、鋼重および鋼材費ともに抑えることができる。

なお、本研究は、国土交通省からの委託を受けて「鉄道技術基準整備のための調査研究」の一環として実施したものである。関係各位に謝意を表する次第です。

参考文献

- 1) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 丸善, 平成12年

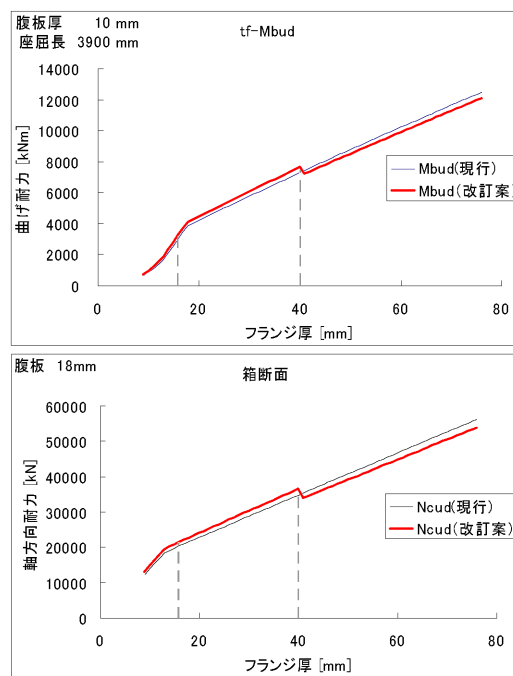


図2 設計標準と提案法との耐力比較

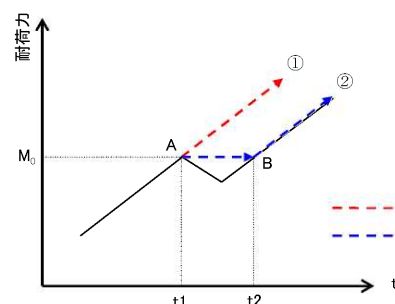


図3 係数による耐力の補正

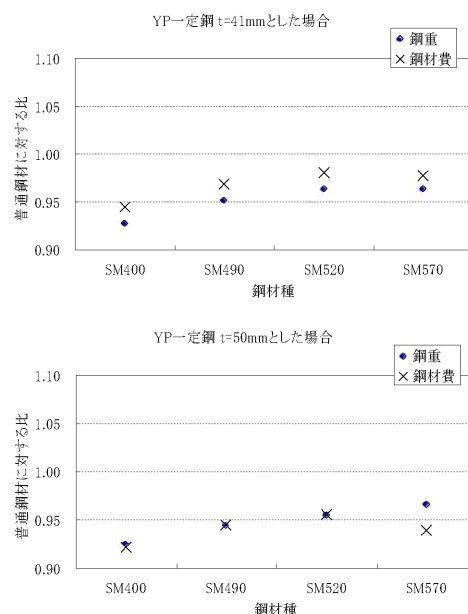


図4 鋼重比および鋼材費比