

水平補剛材が接合され SBHS500 を用いた鋼 I 形断面桁の曲げ強度に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○横山貴子
 国土技術政策総合研究所 非会員 佐藤悠樹
 早稲田大学 正会員 小野 潔

国土技術政策総合研究所 非会員 白戸真大
 早稲田大学 非会員 張 心昱

1. はじめに

2017年に道路橋示方書¹⁾が改定され、部分係数設計法が導入された。これにより限界状態を適切に評価できるようになり、設計の自由度が高まった。そこで、鋼桁においても合理的な設計法の開発のための検討が行われている。合理的な設計法として、幅厚比の緩和や塑性域まで考慮した設計などが挙げられる。合理的な設計法の開発には様々な条件下での載荷実験データが必要であるが、水平補剛材を有した供試体の実験データは少ない。また、SBHSは他の鋼種と比較してJIS化されたのが最近であるため、SBHSを用いた鋼桁の実験も少ないのが現状である。以上のことを踏まえて、本研究では、幅厚比の緩和し、水平補剛材を有するSBHS500を用いた供試体で曲げ耐荷力試験を行った。特に水平補剛材が垂直補剛材と接合されることによる影響に着目した。

2. 実験供試体および載荷試験概要

水平補剛材が垂直補剛材と接合されることによる影響に着目するために、水平補剛材が垂直補剛材とボルト接合された供試体で載荷試験を行った。用いた供試体の構造寸法を表-1に示す。道路橋示方書の幅厚比の規定が180であるのに対し、本実験の供試体の幅厚比は217と緩和している。表-2に水平補剛材の構造寸法を示す。図-1に供試体の全体図を示す。青で示した部分がテストパネルである。テストパネルの概要図は図-2に示す。水平補剛材は赤で示した部材で垂直補剛材とボルト接合している。載荷試験は、国立研究開発法人土木研究所構造物実験施設の30MN大型構造物万能試験機を用いた。載荷は単純支持による2点載荷で、線形領域では荷重制御、非線形領域では変位制御(2mm/min)で行った。

3. 実験結果及び考察

供試体中央下側に設けた変位計の計測値と荷重から、無次元化した荷重—変位関係を描き図-3に示す。なお、荷重は降伏荷重で、変位は降伏時の変位で除すことで無次元化した。最大荷重 P_{max} を降伏荷重 P_y で除した P_{max}/P_y をグラフ上に◇で示す。 P_{max}/P_y が1.0を超えたことから、最大荷重は降伏荷重を超えたことが分かる。

表-1 供試体構造寸法

実験供試体名		供試体(C)
鋼種		SBHS500
構造寸法	フランジ幅 b_f (mm)	410
	フランジ厚 t_f (mm)	25
	ウェブ高 h (mm)	1300
	ウェブ厚 t_w (mm)	6
	ウェブ幅 a (mm)	1950
	支点・載荷点間の距離 l (mm)	2900
	全長(mm)	8750
	支点間距離(mm)	8150
	アスペクト比(ウェブ) a	1.5
	フランジの幅厚比パラメータ	2.73
	ウェブの幅厚比	217
道路橋示方書の幅厚比	180	
ウェブの幅厚比パラメータ	2.44	

表-2 水平補剛材構造寸法

実験供試体名		供試体(C)
鋼種		SBHS500
諸元	水平補剛材高 h_{ls} (mm)	75
	水平補剛材長さ d (mm)	1860
	水平補剛材厚 t_{ls} (mm)	9
	水平補剛材剛比 γ_{h-req} (mm)	45
	断面二次モーメント I_h (mm ⁴)	1.27×10^6
	$bt^3 \times \gamma_{h-req} / 11$	1.15×10^6
	$I_h / (bt^3 \times \gamma_{h-req} / 11)$	1.10

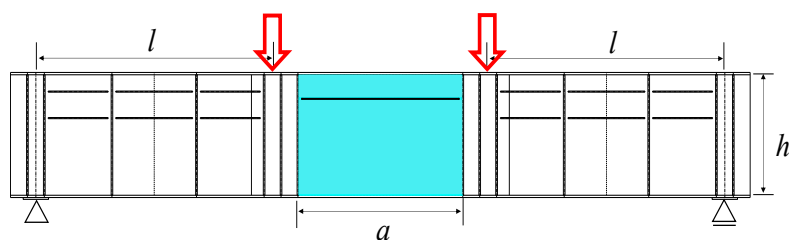


図-1 供試体全体図

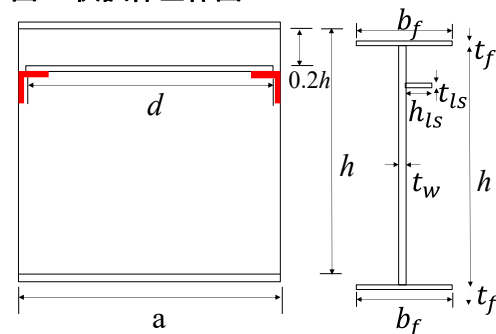


図-2 テストパネル概要図

キーワード 橋梁用高性能鋼材, SBHS500, 鋼桁, 曲げ強度, 水平補剛材
 連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 03-5286-3387

最大荷重後に荷重が急激に低下しているのは、水平補剛材を垂直補剛材と接合していたボルトが滑ったためだと考えられる。

本実験では、複数の荷重時に載荷と除荷を3回繰り返す繰り返し載荷を行った。グラフ中の記号は載荷—除荷を繰り返した点である。降伏荷重までは $0.5P_y$, $0.8P_y$, P_y で繰り返し載荷をし、グラフ上でそれぞれ○, ●, ■で示している。降伏荷重後は、降伏時の変位 δ_y を基準とし、変位が $1.2\delta_y$, $1.5\delta_y$ に達した時に繰り返し載荷をし、グラフ上でそれぞれ▲, ×で示している。各荷重時の荷重の違いによる面外変位遷移を図-5に示す。水平補剛材がある側に凸に変形し、 $1.2\delta_y$ 以降変形が大幅に増加したことがわかる。

降伏荷重時の繰り返し載荷における面外変位を図-6に、降伏後の $1.5\delta_y$ 時の繰り返し載荷における面外変位の遷移を図-7に示す。どのケースにおいても降伏荷重時の方が $1.5\delta_y$ 時より変形量が少なかった。降伏荷重時では、載荷状態から除荷をした際の残留変位が2mm程度であり、ウェブの板厚6mmに対して小さかった。また、繰り返し載荷による変形の差もほぼ見られなかった。一方、降伏後の $1.5\delta_y$ 時は、残留変位は7mm程度であり、ウェブの板厚6mmと同程度であった。繰り返し載荷による変形の差は、降伏荷重時より大きかったものの、1mm程度であり少ないと言える。

4. まとめ

本研究では、幅厚比を緩和し、SBHS500を用いた、水平補剛材と垂直補剛材をボルト接合した供試体で曲げ試験を行った。最大荷重は降伏荷重を超えた。降伏荷重時は、面外の残留変位は小さく、繰り返し載荷による面外変位の差も見られなかった。降伏荷重後の $1.5\delta_y$ 時では、面外の残留変位と繰り返し載荷による面外変位の差の両方において、降伏荷重時より大きかったが、ウェブの板厚に対しては小さかった。

参考文献

- 1) (公社)日本道路協会, 道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編, 2017.

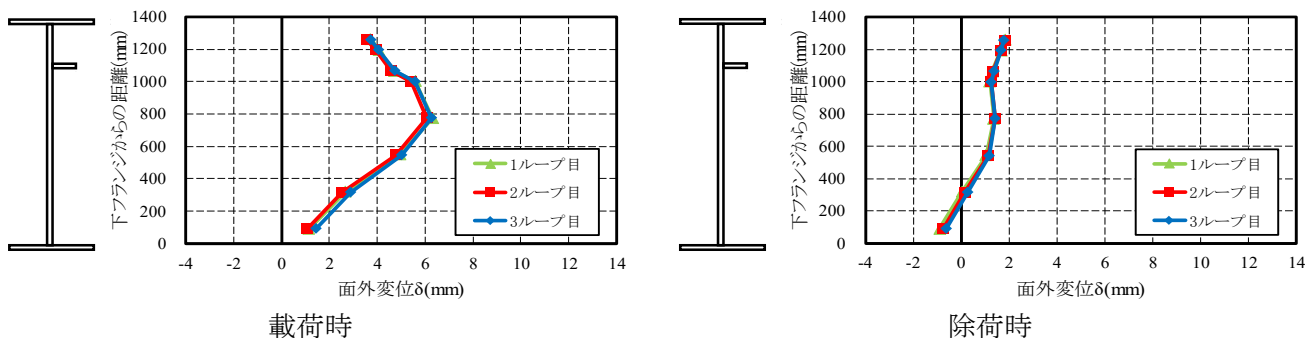


図-6 降伏荷重時の面外変位遷移

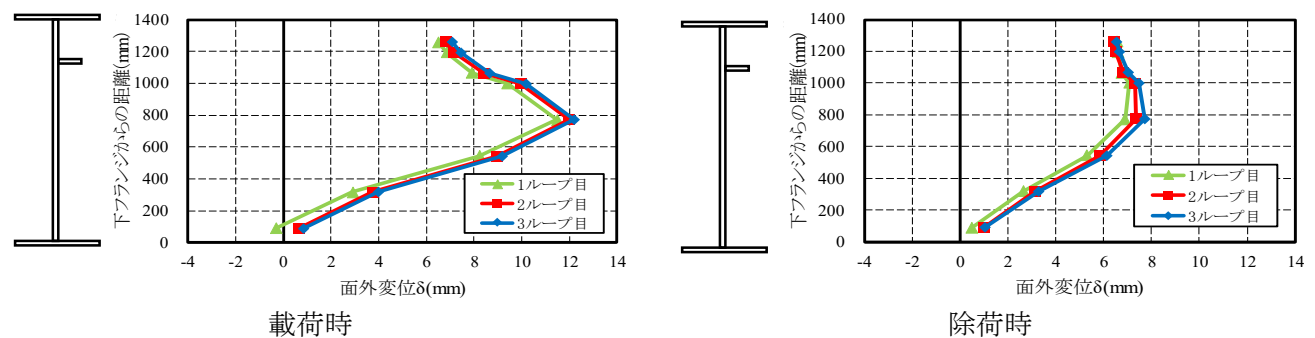


図-7 $1.5\delta_y$ 時の面外変位遷移

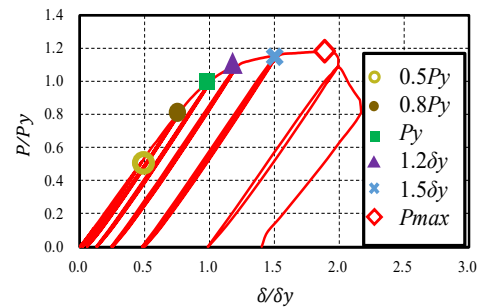


図-4 荷重—変位関係

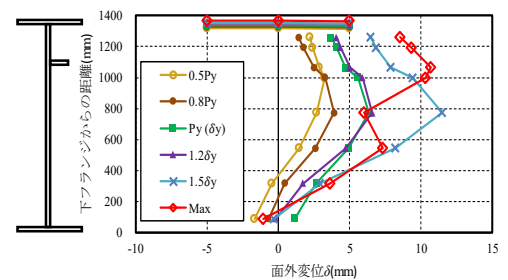


図-5 荷重ごとの面外変位遷移