

ステンレスクラッド鋼の材料特性

東京工業大学 正会員 三木 千寿
大日本コンサルタント(株) 正会員 ○足立 修二
広島大学 正会員 藤井 堅

1. はじめに

耐食性及び景観の面から、ステンレスクラッド鋼の橋梁への適用を考えた。このとき、合わせ材も強め材とする「1種」設計のために材料特性の基礎特性を引張試験及び曲げ試験により検討した。

2. 引張試験

合わせ材(SUS316L)厚が2mmで、母材(SS400)厚がそれぞれ4mm, 7mm, 13mm, 18mmの4種の圧延ステンレスクラッド鋼板からロール方向, ロール直角方向にJIS5号試験片を切り出して作成した。試験片はクラッドのままのもの、合わせ材を切削除去し母材だけ残したもの、同様にした合わせ材だけのもの各々2体について引張試験を行った。

表-1 引張試験結果

引張試験結果		弾性係数		降伏点		引張強度	
		KN/mm ²		N/mm ²		N/mm ²	
		ROLL	CROSS	ROLL	CROSS	ROLL	CROSS
6mm	ステンレス	197	217	430	436	743	711
	スチール	221	219	305	288	438	415
	クラッド	215	206	337	357	528	549
	計算値	212	218	352	346	554	521
9mm	ステンレス	172	181	348	385	714	714
	スチール	233	241	305	310	460	461
	クラッド	218	221	305	338	520	517
	計算値	219	228	314	326	520	523
15mm	ステンレス	199	203	309	341	655	652
	スチール	203	214	218	241	405	419
	クラッド	208	204	263	238	453	425
	計算値	202	212	245	256	442	455
20mm (A社)	ステンレス	172	179	436	448	645	661
	スチール	206	204	241	238	423	421
	クラッド	201	190	264	269	454	452
	計算値	202	201	265	263	450	449
20mm (B社)	ステンレス	214	210	468	492	733	716
	スチール	208	205	272	265	425	419
	クラッド	205	201	291	294	450	449
	計算値	209	206	296	292	463	455

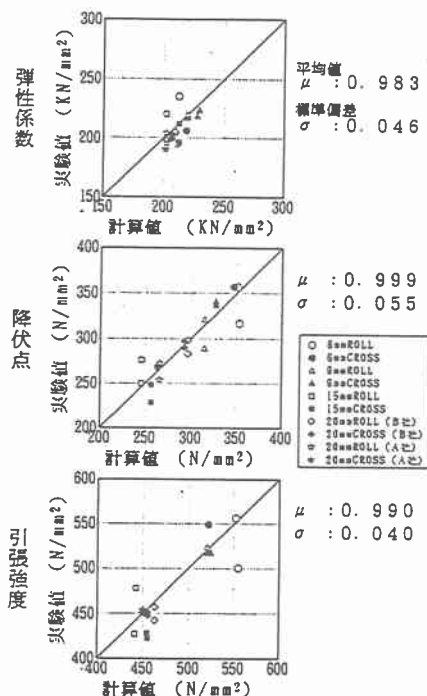


図-1 材料定数の実験値と計算値の比較

試験結果を表-1に示す。合わせ材の耐力、引張強度は圧延により硬化している。圧延の向きによる差はあまりない。表中、計算値は合わせ材母材の結果を用いた次式で算出したものである。

$$\sigma = \frac{t_b \cdot \sigma_b + t_c \cdot \sigma_c}{t_b + t_c} \quad t: \text{板厚} \quad b, c: \text{母材, 合わせ材}$$

実験値と計算値の比較を図-1に示す。弾性係数、耐力、引張強度ともに実験値と計算値はほぼ一致しており、ばらつきもあまりないことから、クラッド鋼の材料定数は上の式で近似して良いと判断できる。

一様伸びの比較を図-2に示す。ステンレスは30%前後、軟鋼はほぼ16%で、いずれも公称値に比べ

小さい。これは圧延によって硬化したためである。

平面応力問題としたF.E.M.解析と実験結果の比較として、応力-ひずみ曲線の一例(全体厚9mm)

を図-3に示す。実験値と解析値はほぼ一致している。

3. 曲げ試験

引張試験に同じステンレスクラッド鋼板から、ロール方向に切り出して曲げ試験片を作成した。20mmのものについてはロール直角方向にも切り出して作成した。2点支持2点载荷により载荷点間を純曲げ状態にして表曲げ試験と裏曲げ試験を行った。(図-4)

母材と合わせ材の弾性係数がほぼ等しいことから弾性域の中立軸は断面のほぼ中央で、はりの一部が塑性域に入った状態でも変化は見られない。

鉄筋コンクリートと同様の方法で求めた中立軸と実験より求めた中立軸を、合わせ材表面から中立軸までの距離の全体厚に対する割合で図-5に比較する。実験値と計算値はほぼ等しく、ばらつきも少ない。

F.E.M.解析と実験結果の比較として、荷重-たわみ曲線の一例(全体厚15mm)を図-6に示す。実験値と解析値はほぼ一致している。

圧延の向きによる違いは見られなかった。

4. 結論

- (1) 圧延ステンレスクラッド鋼は母材と合わせ材が一体となって挙動する。
- (2) 材料特性は圧延後の母材と合わせ材の材料特性とクラッド比を用いた評価式で求められるが、ステンレスは圧延による材料硬化があり、熱処理した耐力の規格値とは大きく異なる。
- (3) 圧延により伸びの量は小さくなる。
- (4) はりの中立軸ははり断面のほぼ中央で、はりの一部が塑性域に入ってからでも弾性域の中立軸と同様である。
- (5) 今回の実験では圧延の向きによる違いは見られなかった。

本研究に関し、土木学会、鋼構造委員会、鋼構造新技術小委員会、耐久性WGのメンバーの方々からは多大な協力を得ました。深くお礼申し上げます。

参考文献

牟田：ステンレスクラッド鋼の橋梁適用に関する基礎的研究，広島大学工学研究科修士論文，1995

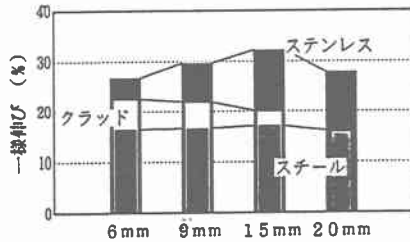


図-2 一様伸びの比較

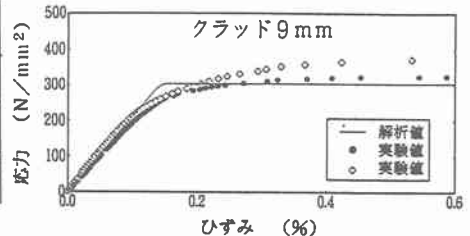


図-3 実験と解析の応力-ひずみ曲線

表曲げ

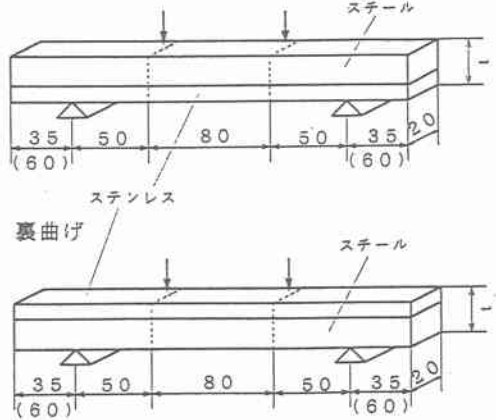


図-4 曲げ試験载荷状況

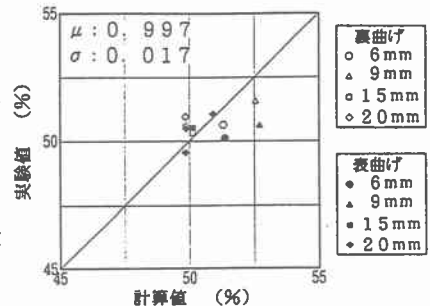


図-5 実験値と計算値の比較

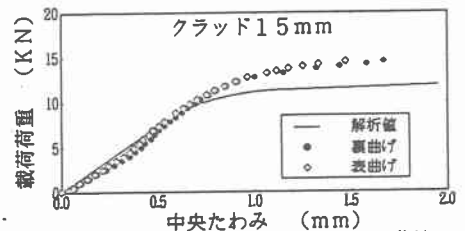


図-6 実験と解析の荷重-たわみ曲線