

ステンレス鋼複合補剛板の引張応力-ひずみ挙動特性について

琉球大学 フェロー 矢吹 哲哉 琉球大学 正会員 有住 康則
○日立造船 正会員 田原潤 正会員 松下 裕明 正会員 岩田 節雄

1. はじめに

ステンレス鋼は耐候性に優れ、橋梁主部材への採用により発錆による補修や再塗装等のメンテナンスコスト削減効果が期待できる。一般に、補剛材を含む全構造部材をステンレス鋼とした場合、初期コストの増加につながる。そこで、ステンレス箱桁橋を例に、箱内補剛材を従来の構造用鋼に置換した図1に示すようなハイブリッド補剛板（以下、HB補剛板）の採用が考えられる¹⁾。

ステンレス鋼の応力-ひずみ関係は、比例限が低く明確な降伏棚が無いなど従来の構造用鋼と大きく異なる。そのため HB 補剛板に引張荷重が作用した場合、荷重の増加に伴って材料特性の異なる母材および補剛材の応力-ひずみ関係がどのように挙動するかを明らかにし、構造用鋼のみで構成される従来の補剛板との差異を検討する必要がある。そこで、本研究では HB 補剛板の引張応力-ひずみ挙動特性を明らかにするための載荷試験を行った。

2. 供試体の種類および載荷方法

供試体は図2に示すとおり、長さ 1000mm、厚さ 22mm の母材に補剛材(t=12mm)をすみ肉溶接接合した十字断面を有する補剛板とした。着目部の母材幅は 65mm とし、補剛材幅 (B) は母材断面積に対し補剛材断面積が 0.8、1.0 および 1.2 倍となる幅を有する TYPEA、B、C の 3 種類を用いた。また、使用するステンレス鋼は SUS304N2A とし、母材に SUS304N2A、補剛材に SM490 を用いた HB 補剛板の他、両方に SUS304N2A を用いたステンレス補剛板、両方に SM490 を用いた構造用鋼補剛板も製作した。表1に、本実験に用いた供試体の種類とその名称をまとめたものを示す。また、図3に材料引張試験から得られた各鋼材の応力-ひずみ関係を、表1にその材料特性値を示す。

載荷装置は 2000kN アムスラー型万能試験機とし、母材に設けたつかみ部を介し、着目部に引張荷重を与えた。写真1は供試体載荷状況である。また、計測にはひずみゲージを用い、その貼付

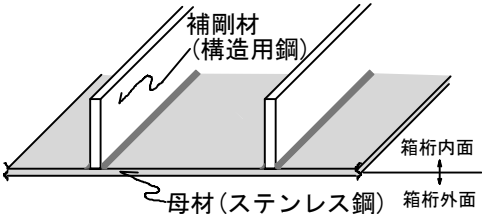


図1 HB補剛板

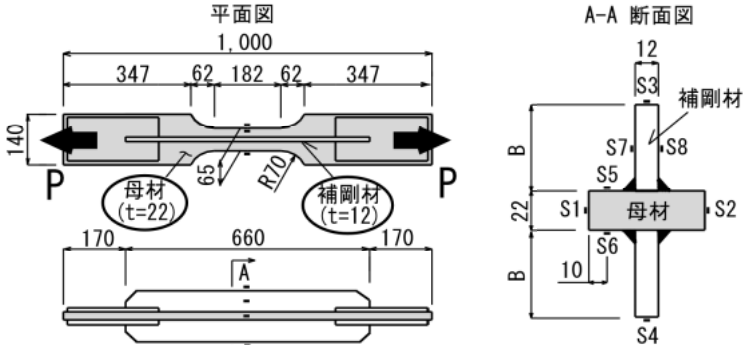


図2 供試体

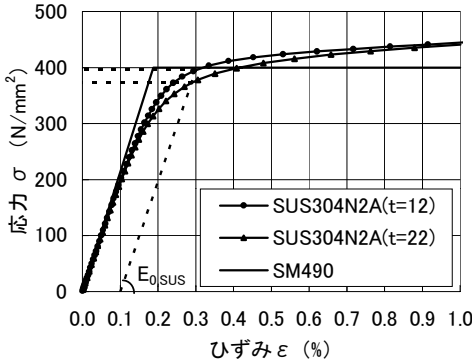


図3 応力-ひずみ曲線

表1 供試体の種類とその名称

供試体名	使用鋼材		補剛材 幅 B	補剛材面積 /母材面積
	母材	補剛材		
HB-A	SUS304N2A	SM490	48	0.8
HB-B			60	1.0
HB-C			72	1.2
SUS-A	SUS304N2A	SUS304N2A	48	0.8
SUS-B			60	1.0
SUS-C			72	1.2
SM-A	SM490	SM490	48	0.8
SM-B			60	1.0
SM-C			72	1.2

表2 各鋼材の機械的性質

鋼種	公称 板厚 mm	降伏応力度 σ_y N/mm ²	引張強度 σ_u N/mm ²	降 伏 比	初期ヤング 係数 E_0 N/mm ²
SUS304N2A	22	373	740	0.50	194000
	12	396	771	0.51	195000
SM490	22	400	548	0.73	213000
	12	400	536	0.75	214000

注) ステンレス鋼の降伏応力度は0.1%耐力を使用

キーワード：補剛板、ステンレス鋼、ミニマムメンテナンス橋、引張強度、応力-ひずみ特性
〒550-0002 大阪市西区江戸堀 2-6-33 TEL 06-6447-6054 FAX 06-6447-6085

位置は図2に示すとおりである。

3. 実験結果と考察

実験より得られた母材および補剛材の荷重－ひずみ関係について、図4～図6にTYPE B、図7～図8にTYPE C、および図9にTYPE Aの結果を示す。図中横軸は、複数のひずみゲージから得られたひずみの平均値、縦軸は載荷荷重 P を供試体の全断面降伏荷重 P_y で除した無次元荷重である。なお、HB 補剛板では母材と補剛材で降伏応力度が異なるため、全断面降伏荷重 P_y を次式のように定義した。

$$P_y = A \cdot \sigma_y + A_r \cdot \sigma_{yr} \quad (1)$$

ここに、 A, σ_y はそれぞれ母材の断面積および降伏応力度であり、 A_r, σ_{yr} は補剛材の断面積および降伏応力度である。

図4に示す様に、弾性および塑性域にかかわらず、HB 補剛板の母材と補剛材の荷重－ひずみ関係はほぼ一致していることが分かる。これは、母材と補剛材の断面積比が異なるTYPE C（図7）やTYPE A（図9）供試体においても同様であった。また、ひずみが急増する荷重は、図5および図8に示す従来の構造用鋼補剛板と同様に、無次元荷重で1.0を超えていることが分かる。さらにその後、HB 補剛板では荷重が上昇を続けた。このことから、本実験で用いた構造諸元において、HB 補剛板は従来の構造用補剛板と同等以上の引張耐荷力特性を有することが分かる。

4. まとめ

HB 補剛板の引張応力－ひずみ挙動特性について、本実験より得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 従来の構造用鋼補剛板と同様、引張荷重作用下でのHB 補剛板において、母材と補剛材の荷重－ひずみ関係は弾性および塑性域に関わらず、ほぼ一致した挙動を示す。
- 2) HB 補剛板においてひずみが急増する荷重は、無次元荷重で1.0を超え、また、その後も荷重は上昇を続ける。

以上より、本実験で用いた構造諸元において、HB 補剛板は従来の構造用補剛板と同等以上の引張耐荷力特性を有していると言える。

今後の課題としては、母材と補剛材の断面積比を大きく変化させるなど、より多くのパラメータでのHB 補剛板の引張応力－ひずみ挙動特性を検討し、その耐荷力特性について明らかにする必要がある。

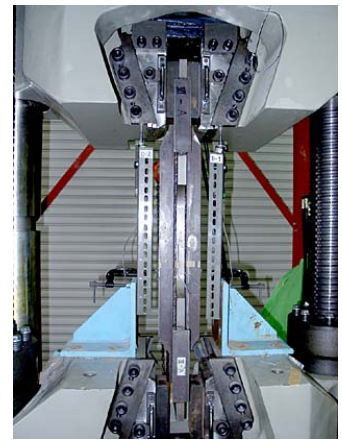


写真1 供試体載荷状況

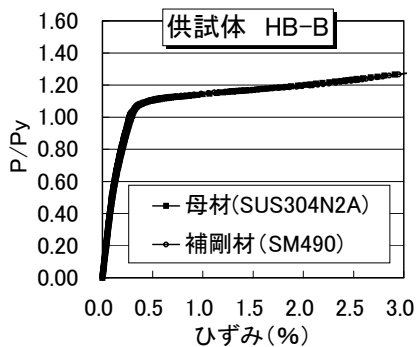


図4 荷重－ひずみ曲線 (HB)

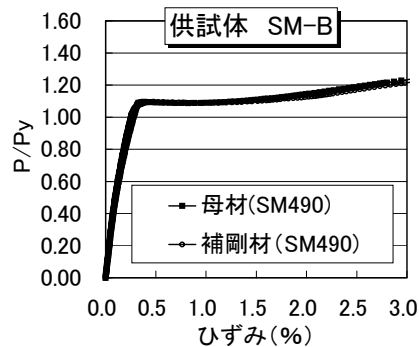


図5 荷重－ひずみ曲線 (SM)

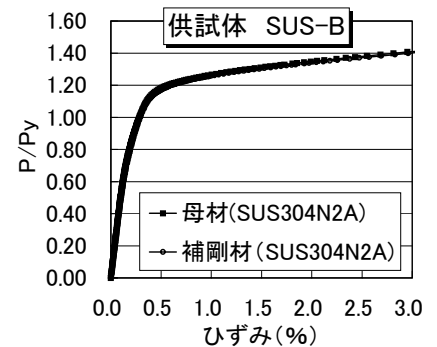


図6 荷重－ひずみ曲線 (SUS)

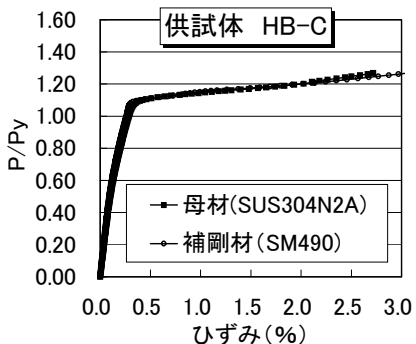


図7 荷重－ひずみ曲線 (HB)

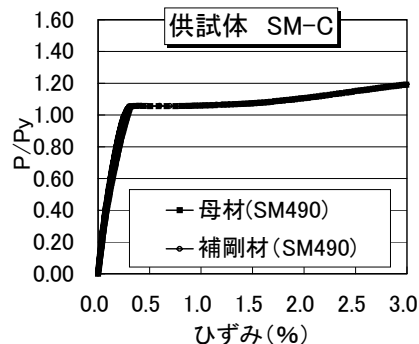


図8 荷重－ひずみ曲線 (SM)

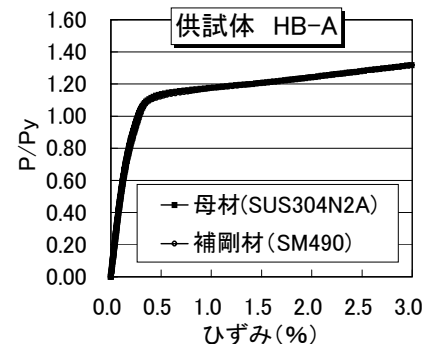


図9 荷重－ひずみ曲線 (HB)

参考文献 1) 松下, 岩田, 有住, 矢吹: ステンレス鋼を普通鋼で補剛したハイブリッド補剛板の軸圧縮耐荷力特性、構造工学論文集 Vol49A、2003. 3