

# 高強度鋼 (780N/mm<sup>2</sup> 級) と炭素繊維プレートとの 複合建築構造材料の基本的力学特性

玉井 宏章\* ・高松 隆夫\* ・櫻庭 誠\*\*  
灰谷 徳治\*\*\* ・服部 明生\*\*\*\*

(平成18年10月30日受理)

## Mechanical Properties of Composite Materials with High Strength Steel(780N/mm<sup>2</sup>)and CFRP Plate

Hiroyuki TAMAI, Takao TAKAMATSU, Makoto SAKURABA  
Tokuji HAITANI and Akeo HATTORI

(Received Oct. 30, 2006)

### Abstract

The new high-strength steel (tensile strength is 780N/mm<sup>2</sup>) for steel buildings was developed by a Japanese company. The stronger the steel material becomes, the lighter form of steel structure can be made. Essentially steel structure has the problem of lack of stiffness in entire structure. The weak point of high-strength steel may be overcome in the near future because stronger steel is being developed. To solve the difficulty, we propose the high-strength steel composite member with high-stiffness materials in this study. High-stiffness carbon-fiber-reinforced-plastic (CFRP) plate has 296kN/mm<sup>2</sup> in its Young's Modulus which is greater than steel one. Although we reported the effectiveness of the normal steel composite member with CFRP plate, there is no data of composite member in combination with high-strength steel and CFRP plate such as structural performance, bond strength, *etc.*

In this paper, we report the data from elementary tests such as tensile tests, bending tests, bond strength tests on composite members to show the possibility of the composite member made of CFRP plate and high-strength steel.

**Key Words:** CFRP plate, highstrength steel, compound building structure materials

### 1. はじめに

高強度鋼のように材料が高強度化されれば、構造材の断面は軽量化され、軽快なフォルムが得られる反面、鋼構造の欠点である剛性の不足が問題となる。この点を解決する方法として、高剛性のCFRPとの複合化が挙げられる。

この材料・工法が開発されれば、鉄・コンクリートと比べコストの高いCFRPや高強度鋼を、新構造システム建築物の中で効率的に適用できると考えられる。

高強度鋼材部分は断面がスレンダーになった分、他の性能低下、例えば、疲労寿命低下、振動障害、継手形状の複雑化等が危惧される。炭素繊維プレート(CFRP)と高強

\* 広島工業大学工学部建築工学科

\*\* 広島工業大学大学院工学研究科土木工学専攻

\*\*\* 東レ建設(株)理事

\*\*\*\* 東レ建設(株)技術設計部

表 1 試験体名称

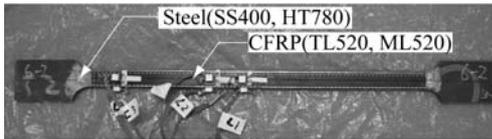
試験体名称	試験体数		材料構成	接着層の層厚 (mm)
	Aタイプ	Bタイプ		
S	2	2	一般鋼(SS400)	-
H	2	2	高強度鋼(HT780)	-
S-TL	2	2	一般鋼(SS400)とCFRP(TL)を両面接着	0.56(Aタイプ), 0.69(Bタイプ)
H-TL	2	2	高強度鋼(HT780)とCFRP(TL)を両面接着	0.58(Aタイプ), 0.65(Bタイプ)
S-ML	2	2	一般鋼(SS400)とCFRP(ML)を両面接着	0.66(Aタイプ), 0.61(Bタイプ)
H-ML	2	2	高強度鋼(HT780)とCFRP(ML)を両面接着	0.56(Aタイプ), 0.56(Bタイプ)

表 2 鋼材と炭素繊維プレートの素材特性

	ヤング係数	降伏応力	引張強度	降伏比	伸び
	(kN/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(%)	(%)
SS400	205(1.0)	258.5(1.0)	361.9(1.0)	71.4	21.4
HT780	205(1.0)	783.9(3.0)	820.9(2.3)	95.5	7.2
CFRP(TL)	169.1(0.8)	-	3085.2(8.5)	-	1.52
CFRP(ML)	295.7(1.4)	-	2169.1(5.9)	-	0.71

表 3 接着剤単体の力学的特性

ヤング係数	曲げ強度	圧縮降伏強度	引張強度	引張せん断付着強度	衝撃強度	ガラス転移点
(kN/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kJ/m <sup>2</sup> )	(°C)
2.28	55.8	59.0	34.8	25.5	4.2	65
JIS K7208	JIS K7203	JIS K7208	JIS K7113	JIS K6850	JIS K7111	-



(a) A 試験体



(b) B 試験体

写真 1 試験体

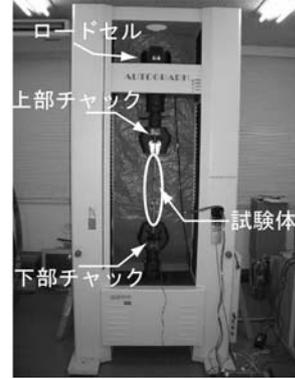
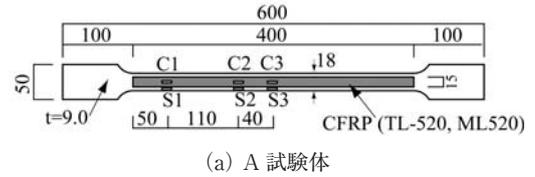
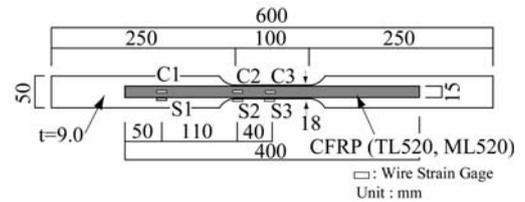


写真 2 試験装置



(a) A 試験体



(b) B 試験体

図 1 試験体

度鋼の複合化は、炭素繊維プレートを貼り付け補剛した効果で、ボルト穴部の疲労強度の向上、仕口・継手の応力伝達の緩和、固有振動数の改善などのメリットが考えられる。

しかしながら、炭素繊維プレートと普通鋼(SS400)を組み合わせた効果は確認されているが<sup>1), 2)</sup>、高強度鋼を組み合わせた複合材としての性能や接着特性等は、これまで全く知見がない。そこで、本研究では、まず、新しい構造システムの可能性を探索する上で、力学性能の大きく異なる両者の組み合わせによる接着接合に関する要素試験を行い、複合化の効果を定量的に把握する。

具体的には、高強度鋼(780N/mm<sup>2</sup>級)と炭素繊維プレートとのハイブリッド引張試験とハイブリッド曲げ試験を行った結果について報告する。

## 2. 高強度鋼(780N/mm<sup>2</sup>級)と炭素繊維プレートのハイブリッド引張試験

まず、高強度鋼単体の引張試験を行い、普通鋼との性能比較を行う。次いで、炭素繊維プレート(CFRP帯板)を高強度鋼に専用接着剤で接着し、引張試験を行うことにより鋼板の応力低下に関する影響や引張応力下における一体化が成立する限界などを把握する。

### 2.1 試験体

試験体を図1、写真1に、示す。試験体は、板厚9mmの普通鋼(SS400)と高強度鋼(HT780)の引張素材試験片に、板厚2mm、幅15mmの高強度型及び中弾性型炭素繊維プ

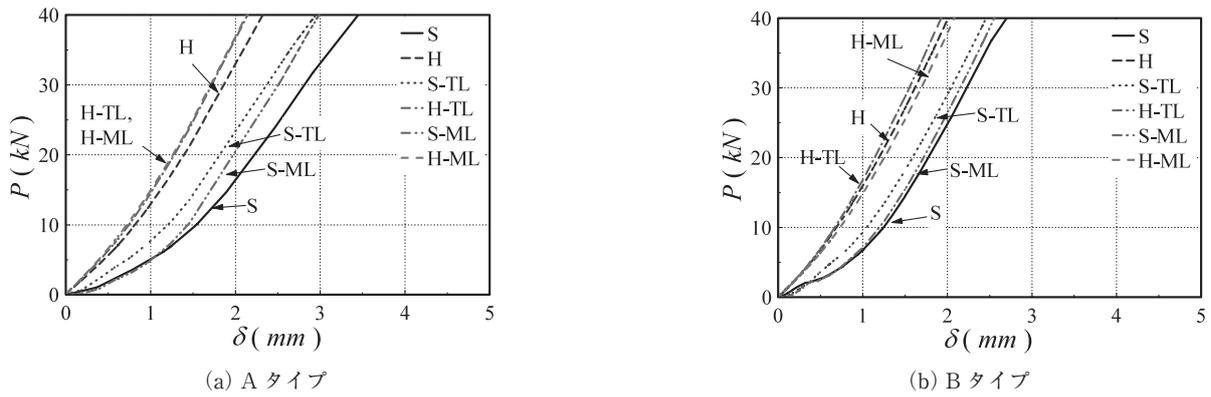


図2 荷重-ストローク関係 (弾性域)

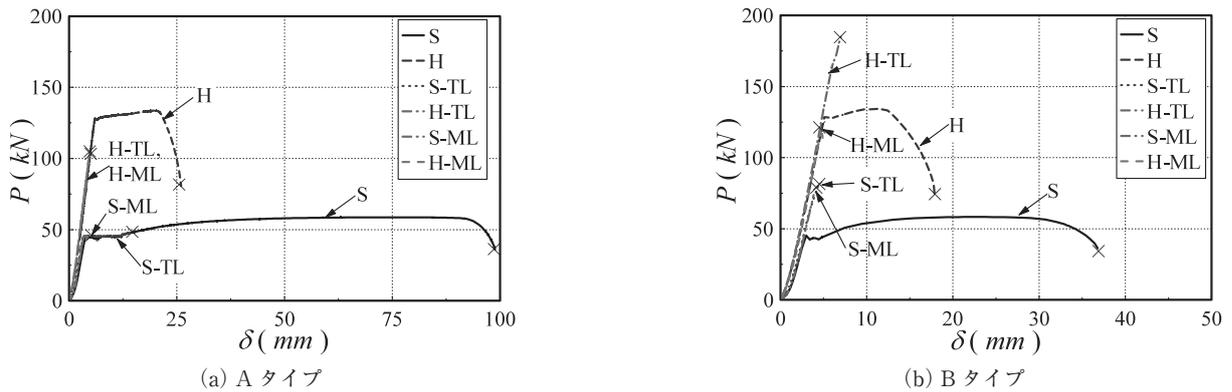


図3 荷重-ストローク関係 (弾塑性域)

プレート (TL520, ML520 以降, TL, ML と略して表す) を両面に接着したものである。試験体の形状は, 鋼板を塑性化させる部位を 400mm とし定着部を設けない A タイプと塑性化させる部位を 100mm とし両端に 150mm の定着部を設ける B タイプの 2 種類を用意した。炭素繊維プレートを接着していない普通鋼 (SS400) を S 試験体, 高強度鋼 (HT780) を H 試験体, 高強度型炭素繊維プレート (TL) を普通鋼に接着したものを S-TL 試験体, 高強度鋼に接着したものを H-TL 試験体とした。中弾性型炭素繊維プレートを普通鋼に接着したものを S-ML 試験体とし, 高強度鋼に接着したものを H-ML 試験体と呼び, それぞれの組合せで形状を A タイプ, B タイプとしたものを 2 体ずつ, 計 24 体を製作する。試験体名称を各試験体の接着層の層厚と併せて表 1 に示す。接着剤の硬化後における力学的特性及び鋼材と炭素繊維プレートの素材特性を表 2 及び表 3 に, それぞれ, 示す。

尚, 接着は, 常温二液硬化型エポキシ樹脂 (コニシボン D E250R) を使用し, 炭素繊維プレートと鋼材の接着面を紙ヤスリ (#100) で目粗しした後, 接着し室温 20℃ 以上で 7 日間養生した。各試験体とも打音試験により, 接着の状態を確認した結果, 異音はなく, 接着は完全である。

## 2.2 試験概要と計測方法

試験装置を写真 2 に示す。載荷プログラムは, 室温

20℃ でストローク速度を 1.0mm/min と一定とし単調に引張した。

計測は, 荷重:  $P$ , 伸び (ストローク):  $\delta$ , 及び図 1 に示す炭素繊維プレートの各部 C1 ~ C3 及び鋼材の各部 S1 ~ S3 のひずみ,  $\epsilon_{C1} \sim \epsilon_{C3}$  及び  $\epsilon_{S1} \sim \epsilon_{S3}$  について行った。載荷は, 万能試験機 (AG-IS 250kN) を用いた。

## 2.3 試験結果と考察

試験結果を図 2 ~ 図 5, 表 4 及び写真 3 に示す。図 2 及び図 3 は, 各代表的試験体について, 荷重:  $P$  とチャック間の伸び:  $\delta$  との関係 (a) A タイプ及び (b) B タイプの試験体形状ごとに分けて, 弾性範囲領域及び弾塑性範囲領域について, それぞれ, 示す。図 4 及び図 5 は, A タイプ及び B タイプの試験体形状の各代表的試験体について, 載荷時の荷重:  $P$  と炭素繊維プレート及び鋼板の各部 C1 ~ C3, S1 ~ S3 のひずみ  $\epsilon_{C1} \sim \epsilon_{C3}$  及び  $\epsilon_{S1} \sim \epsilon_{S3}$  の間の関係を示す。表 4 には, 鋼板の降伏荷重:  $P_y$  で無次元化した最大荷重:  $P_u/P_y$ , 鋼板の降伏伸び:  $\delta_y$  で無次元化した破壊伸び:  $\delta_u/\delta_y$ , 接着剤または炭素繊維プレートが破壊する直前の中央部における鋼板と炭素繊維プレートのひずみ及び破壊性状を示す。尚, 高強度鋼のものは, A タイプで  $P_y=127.1\text{kN}$ ,  $\delta_y=6.2\text{mm}$ , B タイプで  $P_y=129.3\text{kN}$ ,  $\delta_y=5.1\text{mm}$  を, 普通鋼のものは A タイプで  $P_y=42.3\text{kN}$ ,  $\delta_y=3.6\text{mm}$ , B タイプ

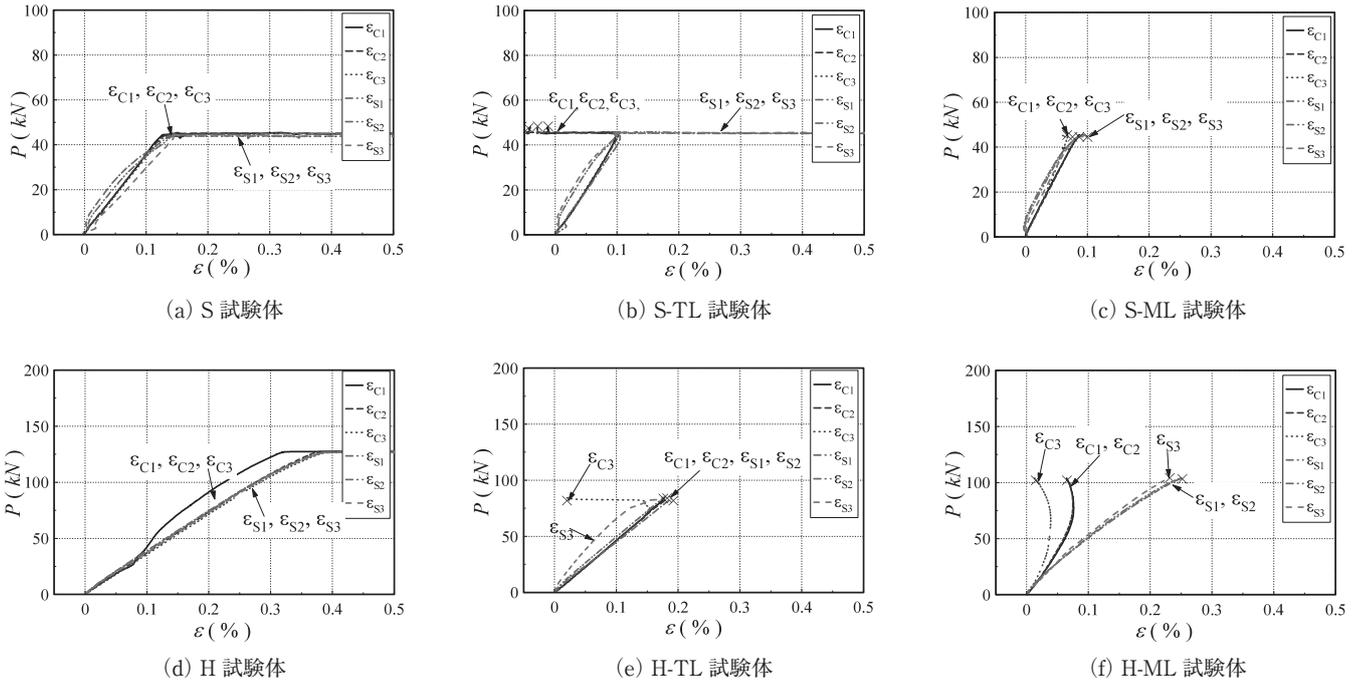


図4 荷重-ひずみ関係 (Aタイプ)

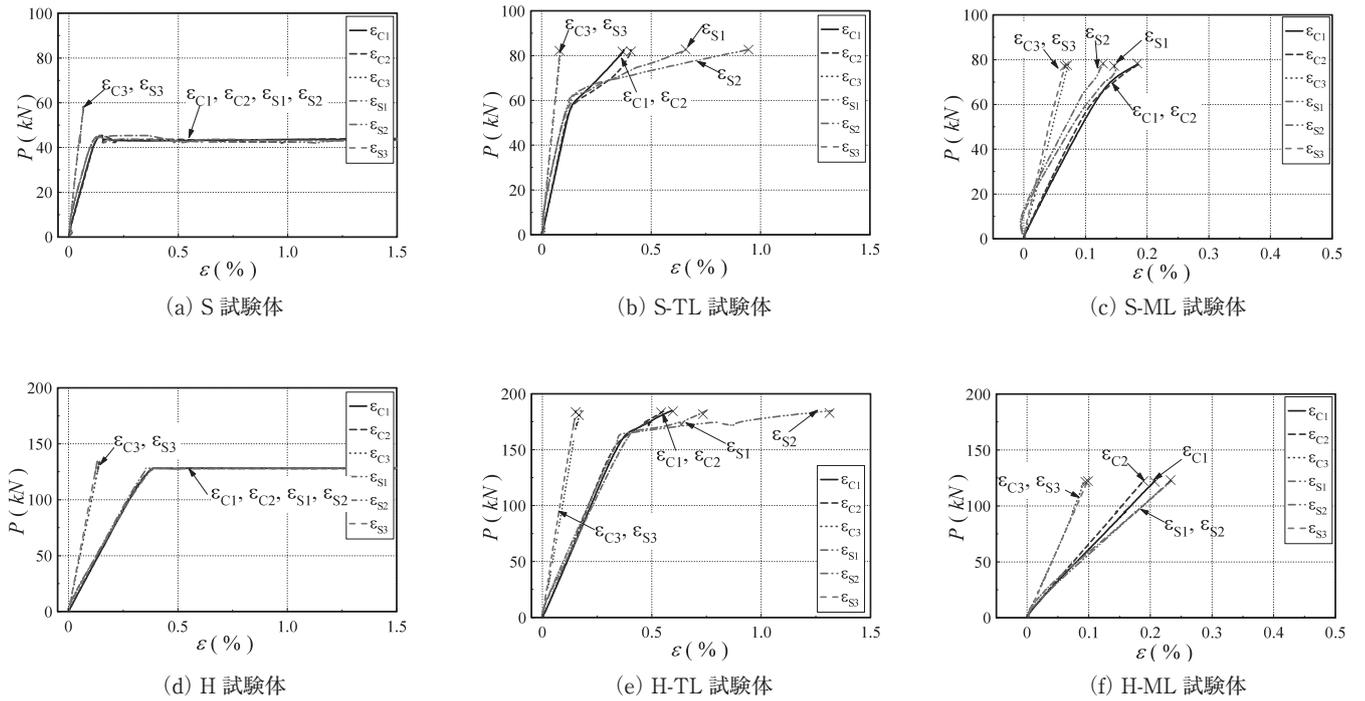


図5 荷重-ひずみ関係 (Bタイプ)

で  $P_y=43.7\text{kN}$ ,  $\delta_y=3.3\text{mm}$  を用いている。写真3には、各代表的試験体の破壊状況を示す。

これらの結果から以下のことが分かる。

- 1) 高強度鋼の降伏比は95.5%と大きく、降伏応力と引張強さは非常に近い値となり、伸びは、普通鋼と比べ7%と小さい。

- 2) 炭素繊維プレートを接着した場合には、荷重-ストローク関係から分かるように、試験体全体の初期軸剛性の上昇はほとんどみられない。一方、荷重-ひずみ関係から炭素繊維プレートには、鋼材とほぼ同様のひずみ値が生じており、その断面では、十分補剛され、軸剛性が上昇している。これは、試験体全体の軸剛性は、未接着部の

表4 引張試験結果

(a) Aタイプ試験体

試験体名	最大荷重 $P_u/P_y$	破壊伸び $\delta_u/\delta_y$	中央部最大ひずみ		最終破壊状態
			Steel $\epsilon(\mu)$	CFRP $\epsilon(\mu)$	
S-TL.1	1.14	4.03	30272	1016	界面破壊
S-TL.2	0.95	3.53	-	-	界面破壊
S-ML.1	1.08	1.06	1241	908	90%CFRP層内破壊, 10%接着剤凝集破壊
S-ML.2	0.99	1.22	785	762	100%CFRP層内破壊
H-TL.1	0.67	0.63	1910	1778	界面破壊
H-TL.2	0.74	0.66	1849	1948	界面破壊
H-ML.1	0.82	0.63	2813	747	100%CFRP層内破壊
H-ML.2	0.66	0.56	3523	806	100%CFRP層内破壊

$P_y=42.2\text{kN}$ ,  $\delta_y=3.6\text{mm}$ (SS400)

$P_y=127.1\text{kN}$ ,  $\delta_y=6.2\text{mm}$ (HT780)

(b) Bタイプ試験体

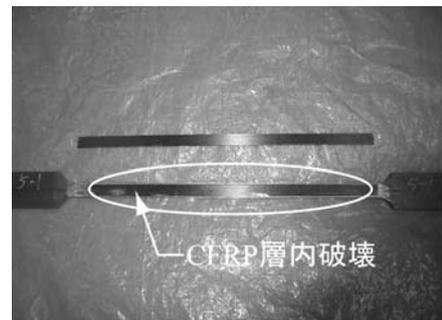
試験体名	最大荷重 $P_u/P_y$	破壊伸び $\delta_u/\delta_y$	中央部最大ひずみ		最終破壊状態
			Steel $\epsilon(\mu)$	CFRP $\epsilon(\mu)$	
S-TL.1	1.91	1.41	9605	4036	界面破壊
S-TL.2	1.89	1.37	6005	4467	界面破壊
S-ML.1	1.81	1.24	1472	1843	100%CFRP層内破壊
S-ML.2	1.65	1.18	1312	1073	100%CFRP層内破壊
H-TL.1	1.43	1.38	13245	5853	50%界面破壊, 50%接着剤凝集破壊
H-TL.2	1.03	0.84	-	-	CFRPと接着剤との界面破壊
H-ML.1	0.95	0.94	2328	2073	100%CFRP層内破壊
H-ML.2	1.03	0.94	2046	2355	100%CFRP層内破壊

$P_y=43.7\text{kN}$ ,  $\delta_y=3.3\text{mm}$ (SS400)

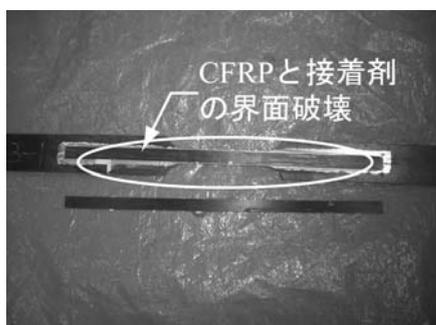
$P_y=129.3\text{kN}$ ,  $\delta_y=5.1\text{mm}$ (HT780)



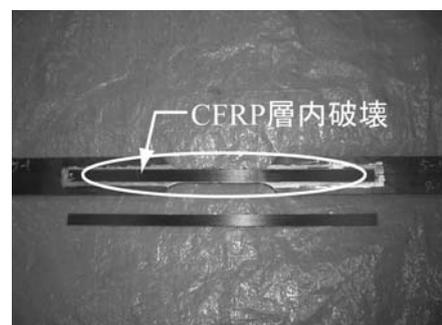
(a) S-TL 試験体 (Aタイプ)



(b) S-ML 試験体 (Aタイプ)



(c) S-TL 試験体 (Bタイプ)



(d) S-ML 試験体 (Bタイプ)

写真3 各試験体の試験後の破壊状況

軸剛性とCFRP接着部の軸剛性の直列和で表されるため、顕著な剛性上昇ができなかったと考えられる。

3) 全載荷過程を通して弾性に保持される定着部のないAタイプの試験体では、炭素繊維プレートによる強度

の上昇率は、鋼材の降伏荷重に対して、普通鋼と高強度型炭素繊維プレート(TL)及び中弾性型炭素繊維プレート(ML)との組み合わせで最大14%、8%、高強度鋼とTL、MLとの組み合わせで、-24%、-22%と低く、

表5 試験体名称

試験体名称	試験体数	使用材料	接着層厚(mm)
S	2	一般鋼(SS400)	-
H	2	高強度鋼(HT780)	-
S-TL	2	一般鋼(SS400)とCFRP(TL)接着	1.34(S-TL.1), 1.34(S-TL.2)
H-TL	2	高強度鋼(HT780)とCFRP(TL)接着	0.54(H-TL.1), 1.07(H-TL.2)
S-ML	2	一般鋼(SS400)とCFRP(ML)接着	1.07(S-ML.1), 1.07(S-ML.2)
H-ML	2	高強度鋼(HT780)とCFRP(ML)接着	1.34(H-ML.1), 1.07(H-ML.2)

TL:高強度型炭素繊維プレート  
ML:中弾性型炭素繊維プレート



写真4 試験体形状

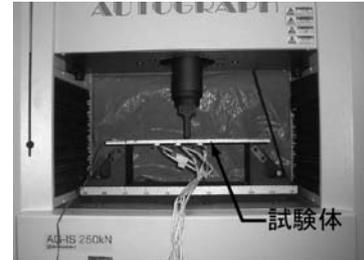


写真5 試験装置

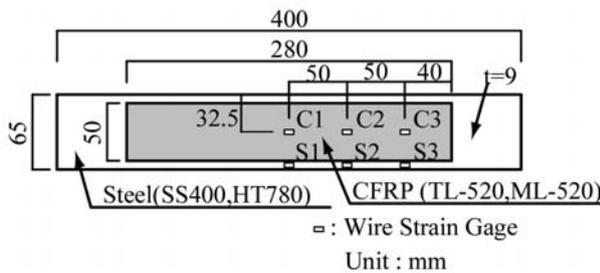


図6 試験体概要

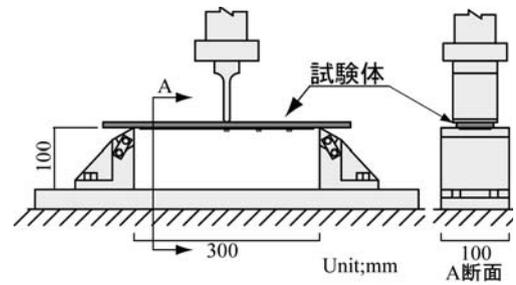


図7 試験装置概要

高強度鋼と TL の場合では、中央部で鋼板部と炭素繊維プレート部で  $2000\mu$  のひずみが生じた後、接着剤と鋼板との界面で剥離が生じる。

- 4) 一方、弾性に留まる定着部のある B タイプの試験体では、炭素繊維プレートによる強度の上昇率は、普通鋼と TL, ML との組み合わせで、最大 91%, 81%, 高強度鋼と TL, ML との組み合わせで、最大 43%, 3% と比較的大きく、高強度鋼と TL との組み合わせで、中央部のひずみは、鋼板部と炭素繊維プレート部で  $6000\mu$  で界面破壊 50%, 接着剤自体の凝集破壊 50% で剥離が生じた。
- 5) 中弾性型炭素繊維プレート (ML) は高強度型炭素繊維プレート (TL) と比べ、ヤング係数は 1.75 倍と剛性は高いものの、すべての試験体において、CFRP 層内で破壊が生じていることから、プレート材の強度を上昇させることが望まれる。
- 6) 弾性に保持される定着部が 150mm 程度あれば、高強度型炭素繊維プレートを接着することにより強度を降伏荷重の 43% 上昇させることができる。また、ひずみ値で  $6000\mu$  までは、接着部に剥離は生じない場合がある。

### 3. 高強度鋼と CFRP 帯板のハイブリッド曲げ試験

高強度鋼単体の曲げ試験を行い、普通鋼との性能比較を行う。さらに炭素繊維プレート (CFRP 帯板) を高強度鋼に専用接着剤で接着し、曲げ試験を行うことにより、初期段階の曲げ剛性および曲げ応力下の接着強度・性能を確認する。

#### 3.1 試験体

試験体を図 6、写真 4 にそれぞれ、示す。試験体は、幅 65mm で長さ 400mm 板厚 9mm の鋼板に幅 50mm 長さ 280mm 板厚 2mm の高強度型及び中弾性型炭素繊維プレート (TL520, ML520 以降 TL, ML と表す) を接着したものである。試験体は、炭素繊維プレートを接着していない普通鋼 (SS400) を S 試験体、高強度鋼 (HT780) を H 試験体、高強度型炭素繊維プレート (TL) を普通鋼に接着したものを S-TL 試験体、高強度鋼に接着したものを H-TL 試験体、中弾性型炭素繊維プレートを普通鋼に接着したものを S-ML 試験体とし、高強度鋼に接着したものを H-ML 試験体と表した計 6 種類とし、各種類 2 体ずつ計 12 体用意した。試験体名称を各 2 体の試験体の接着層の層厚と併せて、表 5 に示す。

表6 三点曲げ試験結果

試験体	曲げ剛性 ( $\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{mm}$ )	最大荷重 (kN)	破壊時の変位 (mm)	中央部のひずみ		破壊形状
				Steel ( $\mu$ )	CFRP ( $\mu$ )	
S.1	7.43(1.0)	5.51(1.0)	-	-	-	-
S.2	7.56(1.02)	5.38(0.98)	-	-	-	-
H.1	7.91(1.06)	16.13(2.93)	-	-	-	-
H.2	6.9(0.93)	15.66(2.84)	-	-	-	-
S-TL.1	12.95(1.74)	11.72(2.13)	11	5844	7552	90%界面破壊, 10%層内破壊
S-TL.2	12.35(1.66)	12.48(2.26)	12.1	6428	8952	60%界面破壊, 40%層内破壊
H-TL.1	13.02(1.75)	15.22(2.76)	6.9	3238	4915	90%界面破壊, 10%層内破壊
H-TL.2	13.1(1.76)	15.00(2.72)	7.2	3053	4825	90%界面破壊, 10%層内破壊
S-ML.1	15.24(2.05)	8.85(1.61)	3.5	1756	2342	95%CFRP層内破壊, 一部凝集破壊
S-ML.2	15.33(2.06)	10.01(1.82)	3.6	2383	3264	100%CFRP層内破壊
H-ML.1	15.84(2.13)	12.31(2.23)	4.4	1845	2752	100%CFRP層内破壊
H-ML.2	15.47(2.08)	9.72(1.76)	4.3	1422	2171	100%CFRP層内破壊

( )内は, S.1試験体との比

尚, 接着方法や接着剤は, 引張試験と同様とした。

### 3.2 試験概要と計測方法

試験装置の概要を図7及び写真5に示す。荷重には, 引張試験と同様の万能試験機 (AGIS 250kN) を用いた。試験は, 三点曲げ試験とし, クロスヘッドの下降荷重速度を 1 mm/min と一定とし, 炭素繊維プレート又は接着層に破壊が生じるまで単調に荷重した。

計測は, クロスヘッド上部のロードセルから荷重:  $P$ , ストローク:  $\delta$  及び図6に示す炭素繊維プレートと鋼板の各部 C1 ~ C3, S1 ~ S3 のひずみ,  $\varepsilon_{C1} \sim \varepsilon_{C3}$ ,  $\varepsilon_{S1} \sim \varepsilon_{S3}$  について検長 5 mm の箔ひずみゲージにより測定した。

また, 破壊時荷重の 60% の荷重:  $P$  とたわみ:  $\delta$  との実験値から, 炭素繊維プレートを接着して複合化した鋼板の平均曲げ剛性  $\overline{E \cdot I}$  を次式により算定した。

$$\overline{E \cdot I} = \frac{P}{\delta} \cdot \frac{L^3}{6} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに,  $L$  は, 半支点間距離 ( $L = 150\text{mm}$ ) である。

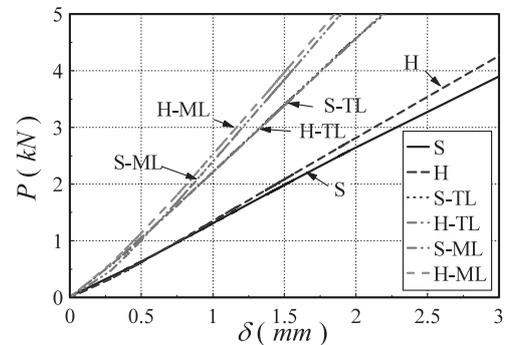
### 3.3 試験結果と考察

試験結果を表6, 図8, 9, 写真6, 7に示す。

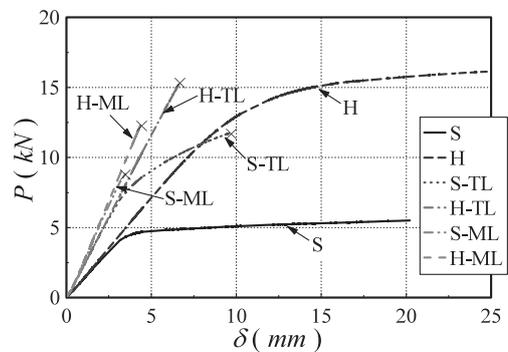
図8は, 各代表的試験体の荷重:  $P$  と中央たわみ量:  $\delta$  の関係を (a) 弾性域と (b) 弾塑性域に分けて示す。図9には, 各試験体の荷重:  $P$  と各部のひずみ量:  $\varepsilon$  の関係を示す。表6には, 各試験体の平均的曲げ剛性, 最大荷重, 破壊時のたわみ及び, 破壊状況を示す。写真6には, 破壊した試験体の破壊状況を示す。写真7には, 15kN作用時の (a) H試験体, (b) H-TL試験体の変形を示してある。

これらの結果より以下のことが分かる。

- 1) 高強度鋼は普通鋼と比べ, 鋼板の曲げ剛性は同一で, 曲げ耐力は, 降伏応力度とほぼ同比率の約3倍となる。従って, 耐力に対する曲げ剛性の割合は, 約1/3とな



(a) 弾性域



(b) 弾塑性域

図8 荷重-中央たわみ関係

- り実設計上剛性は不足しがちとなる。
- 2) 炭素繊維プレートを接着することによる曲げ剛性の上昇率は, 鋼種によらず, 高強度型炭素繊維プレート (TL) で74%, 中弾性型炭素繊維プレート (ML) で105%となる。よって, 炭素繊維プレートによって鋼板の曲げによる弾性変形を効率的に抑制できる。
- 3) 一方, 炭素繊維プレートを接着することによる曲げ強度の上昇率は, 各鋼種とも概ね高強度型炭素繊維プレート (TL) で120 ~ 150%, 中弾性型炭素繊維プレート (ML) で, 70 ~ 120%となる。高強度鋼を用いたものが,

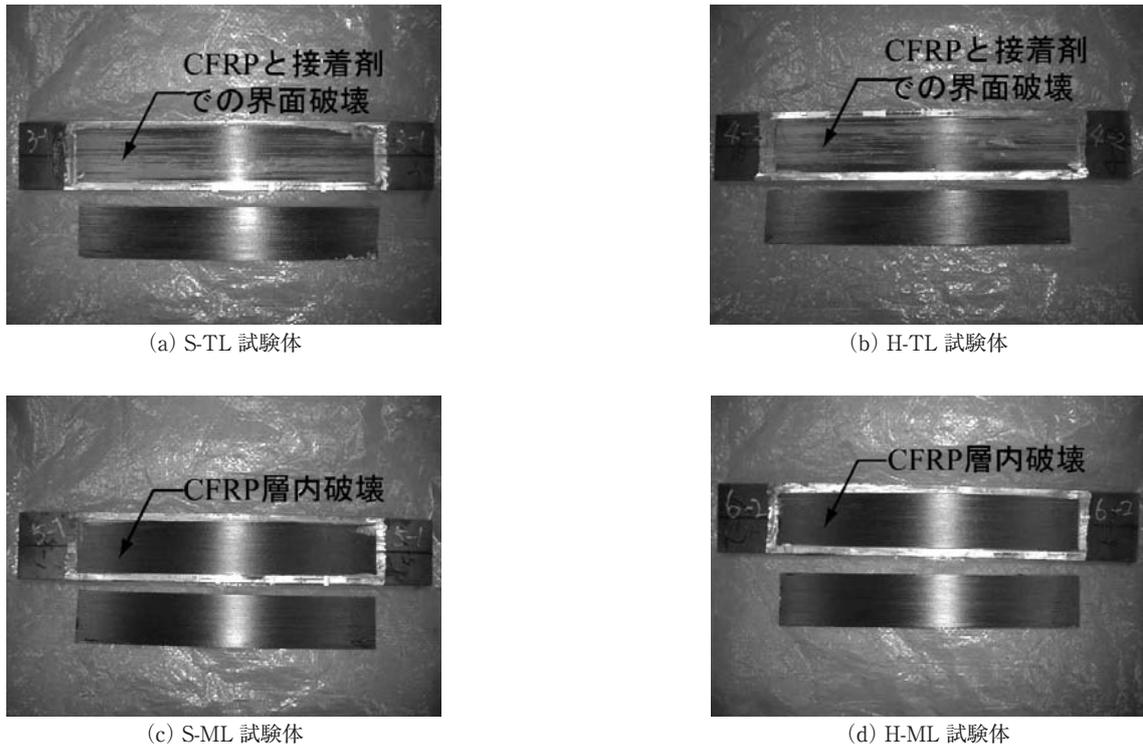


写真6 各試験体の破壊状況

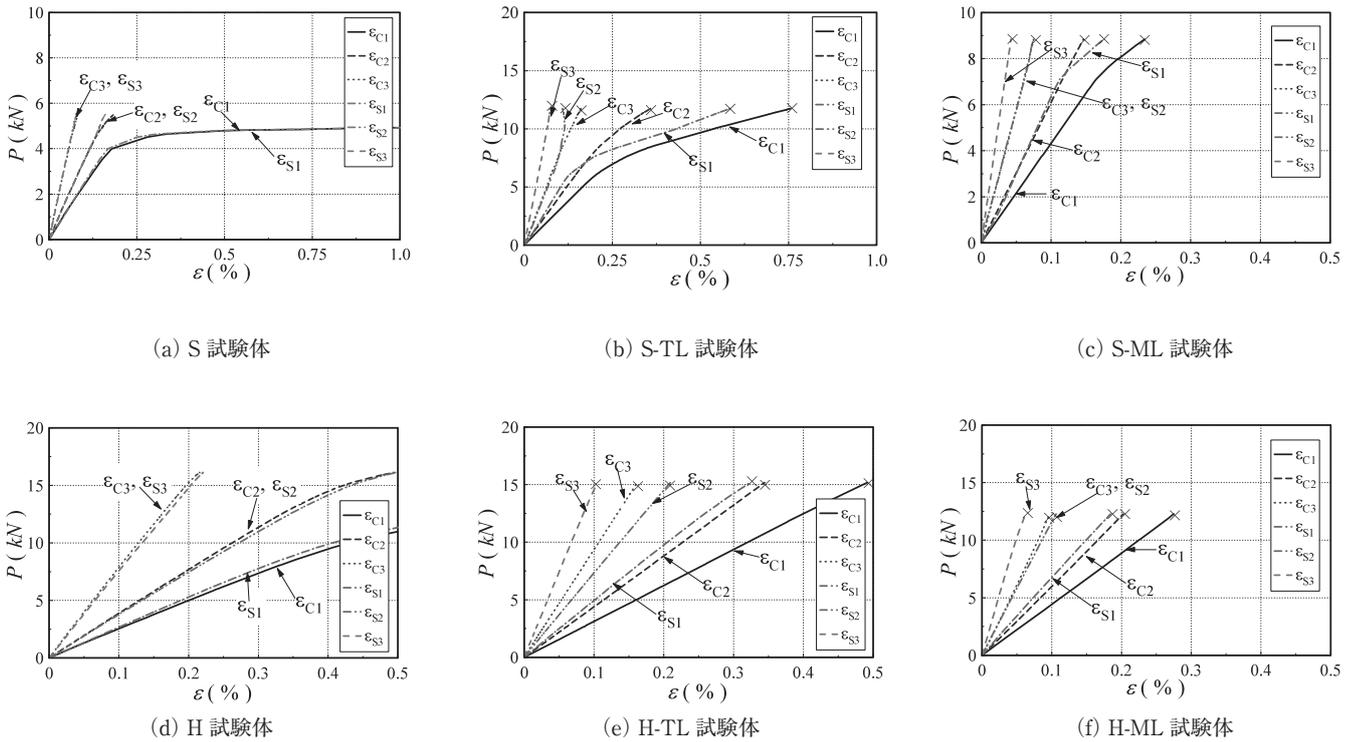


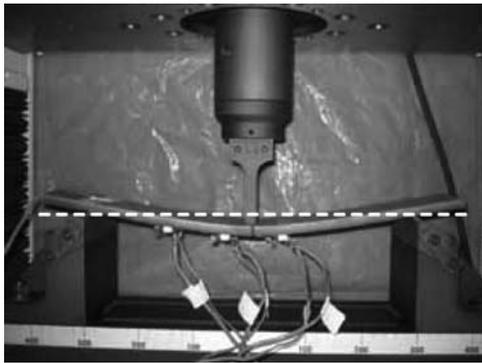
図9 荷重-ひずみ関係

普通鋼を用いたものと比べ、さほど強度が上昇しないのは、すべて接着剤と炭素繊維プレートとの界面で破壊が生じ、中弾性型炭素繊維プレートを用いたものはすべて、炭素繊維プレートの層内で早期に破壊するためである。

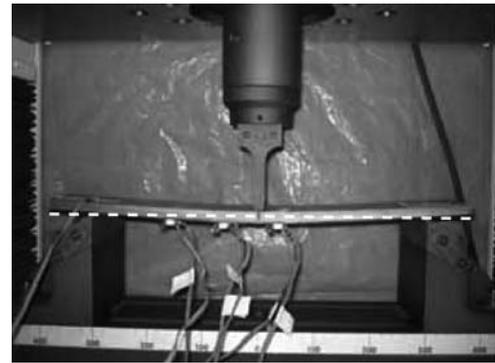
4) 高強度鋼と高強度型炭素繊維プレートとの複合化によ

て、高強度鋼単独の最大曲げ耐力の範囲内で、弾性挙動が確保でき、かつ曲げ剛性も70%上昇させることができる。

5) 中弾性型炭素繊維プレートが高強度型炭素繊維プレートのように層内破壊しないような性能が改善されれば、有効な被複合材要素となる。



(a) H 試験体



(b) H-TL 試験体

写真7 H及びH-TL試験体の変形性状(15kN 載荷時)

#### 4. ま と め

新しい構造システムの可能性を検索する上で、力学的特性の大きく異なる高強度鋼と炭素繊維プレートを接着して複合化した試験体の要素試験(引張試験・三点曲げ試験)を行い、引張応力、曲げ応力下の接着強度や構造性能を検討した。得られた知見は、以下のように要約できる。

##### ○ハイブリッド引張試験より

- 1) 高強度鋼は、降伏比95%と非常に大きく伸びも7%と小さいことから、エネルギー吸収を期待しない弾性構造材料として利用できる。また、引張応力下において、強度に対する剛性の割合が普通鋼の1/2となり不足しがちとなる。
- 2) 弾性範囲に留まる定着部が十分にあれば、高強度型炭素繊維プレートを接着することにより、接着部位を補剛することができる。また、ひずみ値6000 $\mu$ までは、炭素繊維プレートには期待できる。

##### ○ハイブリッド曲げ試験により

- 1) 高強度鋼は、曲げ応力下において、普通鋼と比べ、曲げ剛性は同一で、曲げ耐力は、約3倍となる。従って、強度に対する剛性の割合が普通鋼の1/3となり、引張応力下よりも更に不足する。
- 2) 炭素繊維プレートを接着することによる鋼板の曲げ剛性の上昇率は、鋼種によらず、高強度型及び中弾性型炭素繊維プレートでそれぞれ、74%及び105%となり、曲げによる弾性変形を効率よく抑制できる。
- 3) 高強度鋼と高強度型炭素繊維プレートを複合化することにより、鋼単体の最大曲げ耐力の範囲内で、ほぼ弾性挙動が確保でき、かつ曲げ剛性を70%上昇できる。

#### 今後の展望

高強度鋼は、強度を基準に設計すると応力状態によっては、1/2~1/3程度の剛性不足を考慮しておかなければならない。接着で複合化することや高強度材同士を組み合わせることを敬遠しがちであるが、高強度鋼と炭素繊維プレートの使用ひずみ範囲(~1.5%)は、実用可能範囲であると考えられ、相性は良い。特に、超鉄鋼薄肉断面材の手軽な補剛技術として、今後発展し得ると考えられる。

研究課題としては、

- 1) 接着強度のばらつきを十分に把握する。
- 2) 繰返し荷重下の疲労特性。
- 3) 高温下のクリープ特性。
- 4) せん断応力下の適用性を究明する。

以上の点が挙げられる。

#### 謝 辞

本研究を実施するにあたり、2006年度玉井研究室卒業生の協力を得た。また、本試験を行うにあたり、東レ(株)鈴木研二、中林伊織諸氏には多大な協力を得た。ここに記して謝意を示します。

#### 参 考 文 献

- 1) 玉井宏章, 高松隆夫, 原 伸幸, 灰谷徳治, 服部明生: 炭素繊維プレートによる鋼構造建物小ばりの曲げ補強について, 鋼構造年次論文報告集, 第13巻, pp. 523-530, 2005.11.
- 2) 玉井宏章, 高松隆夫, 櫻庭 誠, 灰谷徳治, 服部明生: 炭素繊維プレートによる山形鋼プレース材の圧縮補強について, 鋼構造年次論文報告集, 第13巻, pp. 553-560, 2005.11.

