

ハイブリッド合成げたの弾塑性曲げ性状について

大阪大学工学部 正 員 前田幸雄

大阪大学工学部 正 員 梶川靖治

大阪大学大学院 学生員 中本泰弘

1. まえがき： 筆者らはすでに、ハイブリッド合成げたが正の曲げモーメントを受けた場合の弾塑性にわたる力学的挙動について理論的および実験的考察を従来のホモジニアス合成げたと比較して行ってきた。^{1),2)} 今回の研究では、模型げたを用いた静的載荷試験によるげたの挙動を数値解析により追跡することに主眼をおき、鋼けたの溶接にともなう残留応力、コンクリートの σ - ϵ 曲線における非線形性などが曲げ挙動に与える影響について考察を加えた。

2. 実験概要： 試験体の種類は鋼種、組合せ、床版ハンチの有無により Table 1 のように区分される。Fig. 1 に載荷試験体の代表的な断面形状・寸法を示す。支間は各実験シリーズともすべて 6 m である。残留応力測定は機械的分割法による応力解放方式とし、標点距離 100 mm のコンタクトゲージを使用した。切り出すピースの幅はフランジでは 10 mm、ウェブでは 65 mm とした。(実験方法の詳細については文献²⁾を参照)

3. 曲げ挙動に関する考察： Table 2, Fig. 2 に残留応力の測定結果を示す。フランジの最大引張残留応力の値は、ハイブリッドげたのほうがホモジニアスげたに比べて若干低い値となっており、ハイブリッドげたもホモジニアスげたと同じ程度の残留応力が入るという従来の報告^{3),4)}とは少し異なった結果となっている。HT80 材にビード盛りをした場合の引張残留応力の最大値は降伏点の約 0.7 倍位となると報告されているが今回の RH シリーズでは Table 2 に示すようにかなり低い値となっている。これは今回用いた試験体の断面がかなり薄肉なものであったため溶接ひずみによる面外変形が生じ、本来なら十分拘束されて大きな残留応力が入るべきものが変形により一部失われてしまったのではないかと考えられるが定量的な判断はできない。残留応力がハイブリッド合成げたの曲げ挙動に与える影響を調べるため実測値を入れた数値解析を行ってみた。Fig. 3 は H シリーズの M- ϕ

Table 1 Summary of test specimens

Test series	Specimens	Types of steels	Concrete slab
H	H88	RH88	HT80
	H55	RH55	SM50
	H54	RH54	SM50
	H54	RH54	SS41
HH	HH88	HT80	HT80
	HH54	SM50	SS41
	S66	RS66	SM58
	S55	RS55	SM50
S	S54	RS54	SM50
	S54	RS54	SS41

L.T. : Loading test
M.R. : Measurement of residual stress

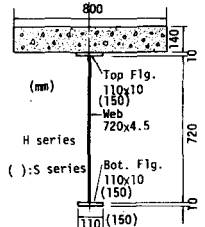


Fig. 1 Beam cross-section

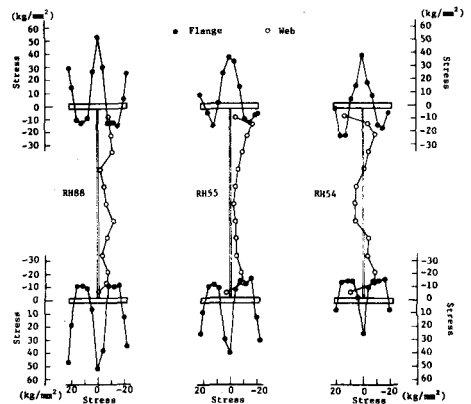


Fig. 2 Residual stresses in the test beams

Table 2 Residual stress distribution of test beams

Beam	Residual stress (kg/mm²)												Coefficient		
	Top flange	Web	Bottom flange	Top flange	Web	Bottom flange	Top flange	Web	Bottom flange	Top flange	Web	Bottom flange			
RH88	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02
RH55	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02
RH54	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02
S66	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02
S55	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02
S54	53	-12	28	-8	52	-12	61	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02	0.16	0.16	0.02

曲線であるが残留応力を考慮した場合の計算値は直線か

らはずれだすのが少し早くなる程度で曲線の曲がり方などは考慮しない場合とほとんど変わらな
ずまた同一モーメントに対する曲率もわずかに大
きくなるだけであり実験値を完全には追跡し
えていない。この理由として先に述べた残留応
力の値が小さかったのとけたの初期変形が考
えられる。Fig. 4は床版ハンチのついたHHシ
リーズのP- δ 曲線であるが合成げたの挙動には
コンクリートの σ - ϵ 関係も影響を及ぼすのでは
ないかと考えられるのでFig. 5に示すような
ものを仮定して計算を行い図中に示した。前
報²⁾ではbi-linearで計算値を求めていたが今
回の放物線とするとにしてもそれ程大きな
変化はみられなかった。正の曲げモーメン
トを受ける合成げたの終局曲げ耐力力の算
定方法には、最終状態におけるけた断面の
応力分布を仮定する方法とコンクリート上
縁最大圧縮ひずみがある制限値内に制限
する方法の2通りが考えられる。Table 3
中理論値 P_u は全断面塑性矩形応力分布と
したときの値であり、 P_{u0} はコンクリート
上縁ひずみの値が -0.0035 に達した時の値
であり、 P_{u1} はさらに残留応力を考慮した
時の値である。この表より明らかに実験値
 P_u は大部分のけたについて P_p よりはむし
ろ P_{u1} の値に近くその差もほぼ5%以内とな
っており、今回の試験体のようにスレンダー
な鋼断面を有する合成げたの終局曲げ耐力
力はひずみ制限による方が正確に評価でき
るようであり、その場合においても P_{u1} と
 P_u との差がほとんどないことから残留応
力の曲げ耐力力に及ぼす影響は少ないもの
と考えられる。

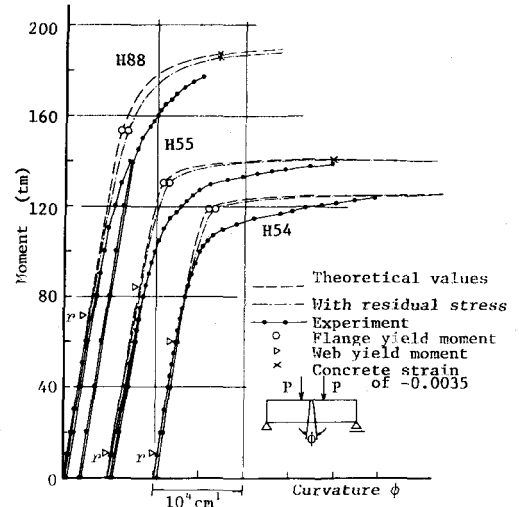


Fig. 3 Moment-curvature curves for H series

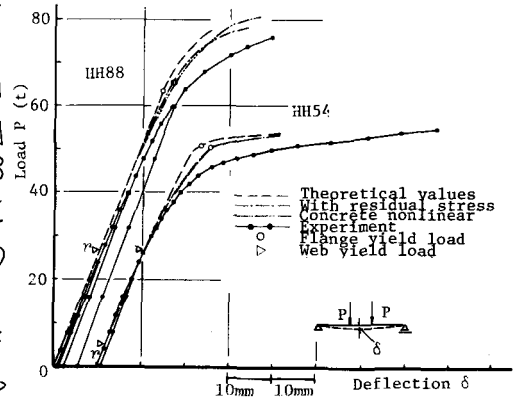


Fig. 4 Load-deflection curves for HH series

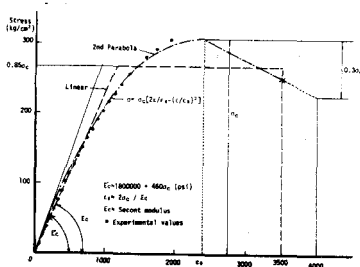


Fig. 5 Assumed stress-strain curves for calculation

Table 3 Maximum Load-Carrying Capacity

Beam	Test results	Theoretical values					
	Pu (t)	Pp(t)	Pu/Pp	Pcu(t)	Pu/Pcu	Pcu(t)	Pu/Pcu
H88	72.0	78.0	0.923	75.2	0.957	74.5	0.966
H55	56.5	57.2	0.988	56.7	0.996	56.6	0.998
H54	50.5	50.9	0.992	50.4	1.022	50.4	1.002
HH88	76.5	83.0	0.922	80.4	0.951	78.3	0.977
HH54	55.5	54.6	1.016	54.3	1.002	53.9	1.030
S66	58.0	60.3	0.962	59.6	0.973	59.6	0.973
S55	58.0	57.3	1.012	56.8	1.021	56.7	1.023
S54	50.3	51.2	0.982	50.7	0.992	50.7	0.992

P_p : Maximum load for fully plastic rectangular stress block with concrete strength of $0.85\sigma_c$

P_{u0} : Maximum load for -3500μ of maximum strain of concrete

P_{u1} : Maximum load for -3500μ of maximum strain of concrete with residual stress

[参考文献] 1) 第31回土木学会年次学術講演会 I-93, 2) 第32回土木学会年次学術講演会 I-300, 3) Frost, R. W., Schilling, C. G.: Behavior of Hybrid Beams Subjected to Static Loads, ASCEST, June, 1964, 4) 西野, 伊藤, 星, 1/4"アルミパイプを用いた大型圧入鋼鋼筋の挙動, JSSC 7(1991)