

論文

[2036] 繊維補強真空押し成形板を用いた合成構造 RC 梁に関する研究

正会員 西 孝明 (長谷工コーポレーション技術研究所)

正会員 古賀一八 (同上)

中村 充 (同上)

鴨川直昌 (同上)

1. はじめに

施工の合理化を目的として、繊維補強真空押し成形板（以下『パネル』）に関する一連の研究を進めており、この『パネル』を打込み型枠に用いた合成構造部材の、1) 『パネル』の一体性、2) 『パネル』の構造要素としての利用の可能性について検討を行っている。本報は、合成単純梁の実験において、曲げ変形性状および『パネル』と後打ちコンクリートとの一体性に関して良好な結果が得られたので、合成単純梁の弾性剛性、ひび割れ荷重、降伏荷重、P-δ 関係、ひび割れ発生状況、および『パネル』の剝離状況に関して報告するものである。

2. 『パネル』

図-1に『パネル』の断面図を示す。『パネル』はU型の梁底部と平型の梁側面部から構成されている。双方の『パネル』とも、一体性向上を目指して、長手方向に連続した逆台形上の突起部分を持っている。『パネル』は、運搬可能なかぎり、自由な長さに作成できる。

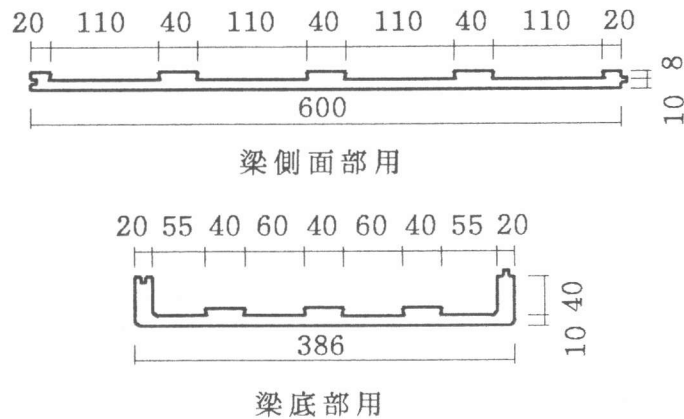


図-1 『パネル』断面図

3. 試験体形状

3.1 試験体断面

図-2-1に試験体の断面図を示す。試験体は梁巾38.6cm、梁せい60cm、厚さ15cm・床巾片側50cmの断面を持つ、スパン450cmの実大T型梁である。試験体は3体で、No.1-1およびNo.1-2は、梁部分の打込み型枠に『パネル』を用い、後打ちコンクリートで一体化した合成梁である。梁側面部の『パネル』は、スラブ部分に10mm呑み込ませている。No.1-3は、比較のための同断面（『パネル』部分を含む）を有した従来のRC梁である。主筋は上端および下端とも3D-25である。

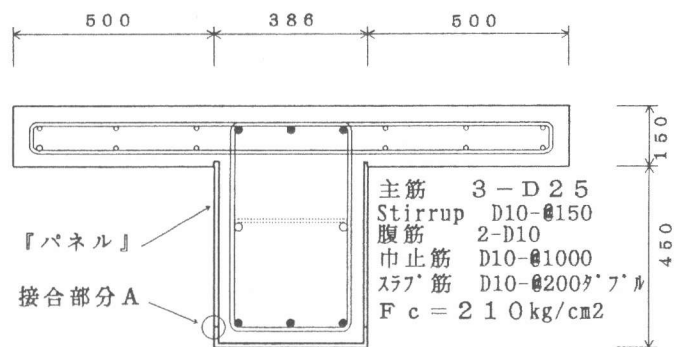


図-2-1 試験体断面図

3.2 『パネル』構成

各『パネル』は1~2mの長さを有している。図-2-2および図-2-3に『パネル』の構成を示す。『パネル』相互の接合方法は、図-2-4に示すような2種類を採用した。図-2-1および図-2-2に○印で示した梁底部と梁側面部の接合(A)は本ざね接合である。図-2-3に○印で示したその他の部分(B)は突合せ接合である。いずれの接合にも接着剤等は用いていない。よって、合成梁はRC梁と比較して、

『パネル』の目地部分に断面欠損を有していることになる。No.1-1は、その支持部分に『パネル』を使用していない。

4. 加力および測定方法

図-3に加力および変形の測定方法を示す。加力は、単純梁として、スパンの5等分点に4等分加力で一方向繰り返し载荷を行った。

梁の曲げ変形性状を知る目的で図示した位置に変位計を設置した。

また、梁の曲率を求める目的で、梁中央部分の上端および下端鉄筋に歪ゲージを貼付した。

図-4に加力サイクルを示す。自重+加力梁は、Pに換算して5ton相当である。一体性の測定方法は、1) ひび割れ発生状況を調べる、2) 剝離状況を a) 打撃方法、b) 超音波測定

で調べる、の3種類の方法を用いた。図-5に超音波測定位置を示す。

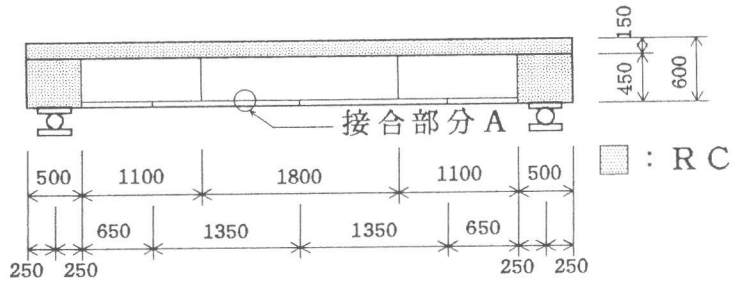


図-2-2 『パネル』構成図 (No.1-1)

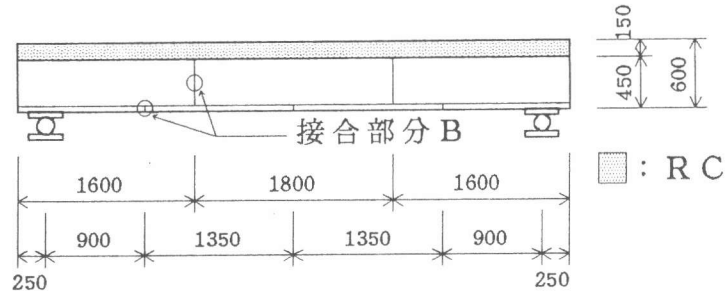


図-2-3 『パネル』構成図 (No.1-2)

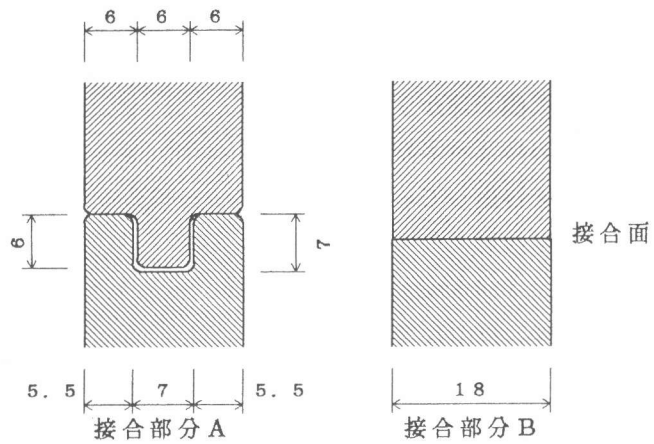


図-2-4 『パネル』接合方法

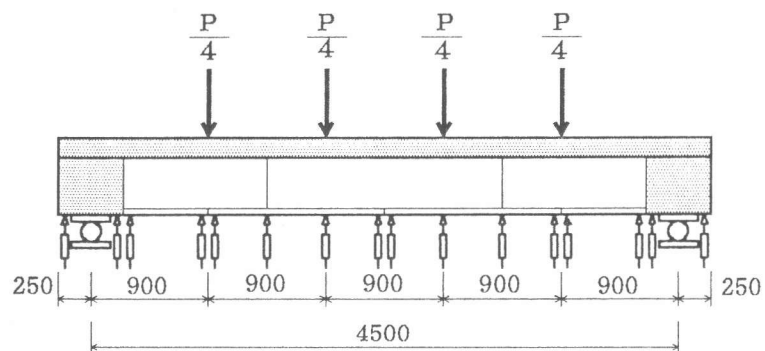


図-3 加力方法および測定方法

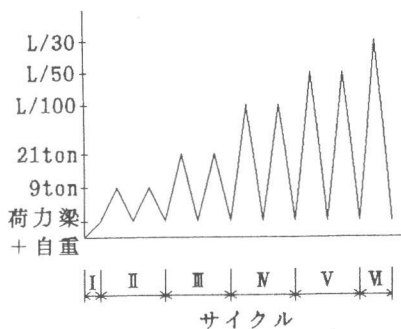
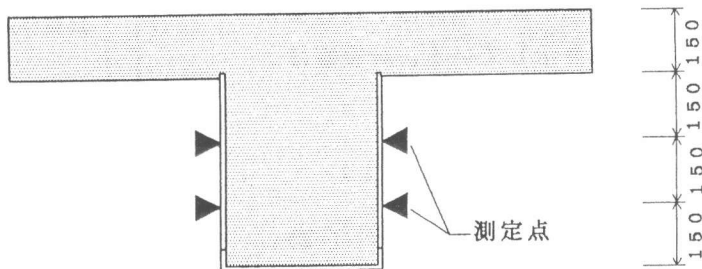


図-4 加力サイクル

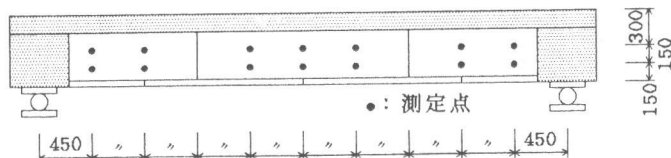


断面図

5. 材料試験結果

試験体に使用した鉄筋、コンクリートおよび『パネル』の材料試験結果を表-1に示す。

『パネル』は、比重が2.0で不燃材である。曲げ強度、圧縮強度は、コンクリートの3~4倍である。中性化は、コンク



立面図

図-5 超音波測定位置

リートの65年(かぶり厚30mm)に対し、1000年(厚12mm)に対応している。コンクリートとの付着強度は、モルタルの約1.5倍である。その他、対摩耗性・透水性・吸水性は、それぞれコンクリートの約10倍・約1/32・約1/3である。

表-1 材料試験結果 (kg/cm²)

鉄筋		引張強度	破断強度	ヤング係数
D25		3830	6130	1.90*E6
コンクリート	圧縮強度	歪[%]		ヤング係数
実験時	377	0.22		2.55*E5
*『パネル』	圧縮強度	引張強度	付着強度	ヤング係数
	800	180	15.2	2.10*E5

* JIS A 1408 による、付着は建研式による。

表-2 実験結果および計算結果

	試験体			計算値	単位
	1-1	1-2	1-3		
弾性剛性	232	235	201	173	ton/cm
ひび割れ荷重	10.1	9.2	9.0	12.7	ton
降伏荷重	46.7	49.5	48.3	44.9	ton

6. 実験結果および考察

表-2に弾性剛性・ひび割れ荷重および降伏荷重の実験結果および計算結果を示す。計算における諸定数等は、全断面RCのNo.1-3を前提に仮定している。

6.1 弾性剛性

図-6に各試験体の第IIフェーズのP-δ曲線を示す。表2に示されているように、実験結

果は計算値よりも高い値を示しており、さらに合成梁の断面剛性は、RC梁よりも高い値を示している。計算値は、以下の式による。

$$k = 62.5 \frac{EI}{L^3} \quad (1)$$

ここでL：単純梁の支持スパン(cm)、
E：コンクリートのヤング係数(kg/cm²)、
I：断面2次モーメント(cm⁴)

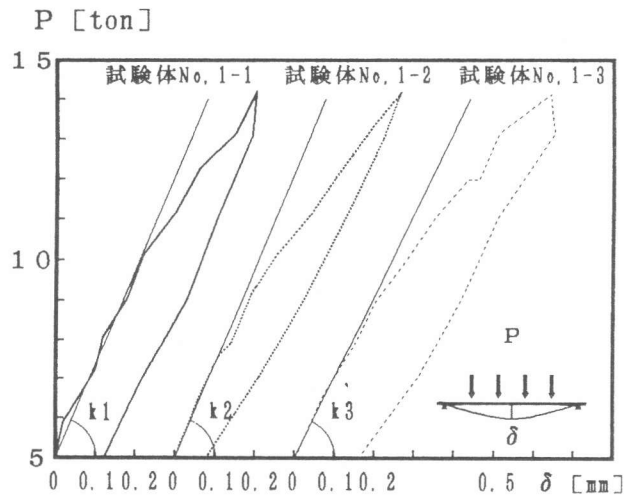


図-6 P-δ 曲線 (第Ⅱフェーズ、P=9 ton)

6.2 ひび割れ荷重および降伏荷重

図-6および表-2に示したように、P-δ 曲線から求められるひび割れ強度は、全試験体ともほぼ同じ値を示している。目視で確認できたひび割れ発生時点の強度は、全断面RCのNo. 1-3 試験体では表に示した値と同じであったが、『パネル』を使用した合成梁においてはその値の約倍の2.2 tonであった。これは引張り強度の大きい(180kg/cm²)『パネル』を使用した効果がでているものと考えられる。また、表に示した値でひび割れが目視で確認でき無いのは、目地位置で発生しているためと考えられる。

合成梁の降伏荷重はRC梁とほぼ同等であった。

6.3 ひび割れ発生状況

各試験体の第Ⅳフェーズ(梁中央部材角 R=1/100、δ=45mm)のひび割れ発生状況を図-7に示す。合成梁のひび割れ発生状況は、目地部に集中する事なく全体に分散しており、RC梁と同様に発生していた。よって、『パネル』と後打ちコンクリートは一体に挙動しているものと推定される。

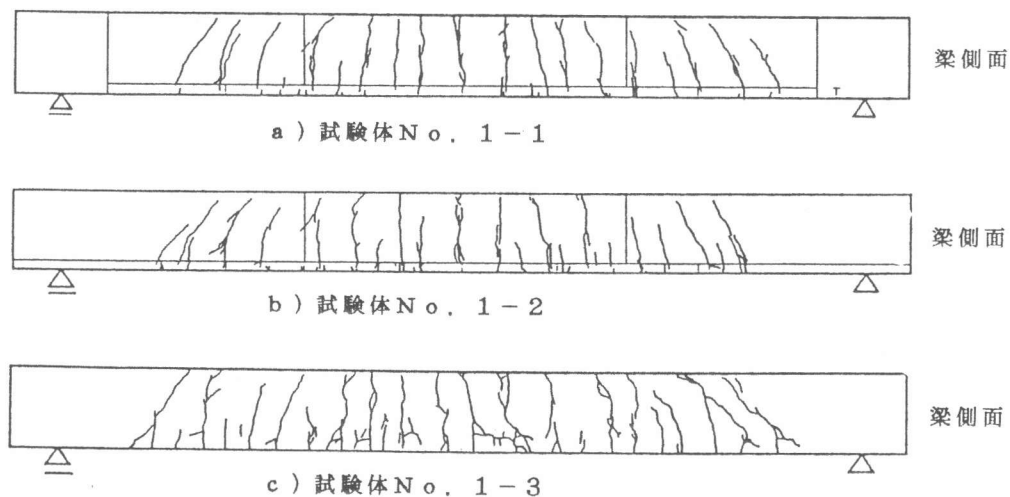


図-7 ひび割れ発生状況 (第Ⅳフェーズ、R=1/100 rad.)

6.4 P- δ 包絡線

各試験体の全サイクルのP- δ 包絡線を図-8に示す。各試験体とも梁中央部部材角R=1/500(9mm)付近で降伏している。その後、耐力は徐々に上昇を続け、R=1/30で実験を終了した。合成梁は、全領域においてRC梁とほぼ同じ挙動を示した。

6.5 M- ϕ 関係

図-9にM- ϕ 包絡線の実験結果と計算結果を示す。実験値は上端および下端鉄筋に貼付した歪ゲージ測定結果より、計算値はe関数法[1]により算定した。実験結果は計算値とよく対応していることがわかる。『パネル』を用いた試験体は、RC試験体よりも大きなモーメントを示している。

6.6 パネルの付着性状

実験終了後、打撃方法で調べた『パネル』の剝離状況を図-10に示す。斜線部分は『パネル』が剝離を起こしている部分である。

図-11に超音波測定結果を示す。R=1/200まで『パネル』の剝離は起きておらず、R=1/100のサイクルで剝離が生じていることがわかる。図-10とあわせて考えると、ひび割れ近傍で剝離が生じているものの、R=1/30の大変形時においても剝落していない事がわかる。

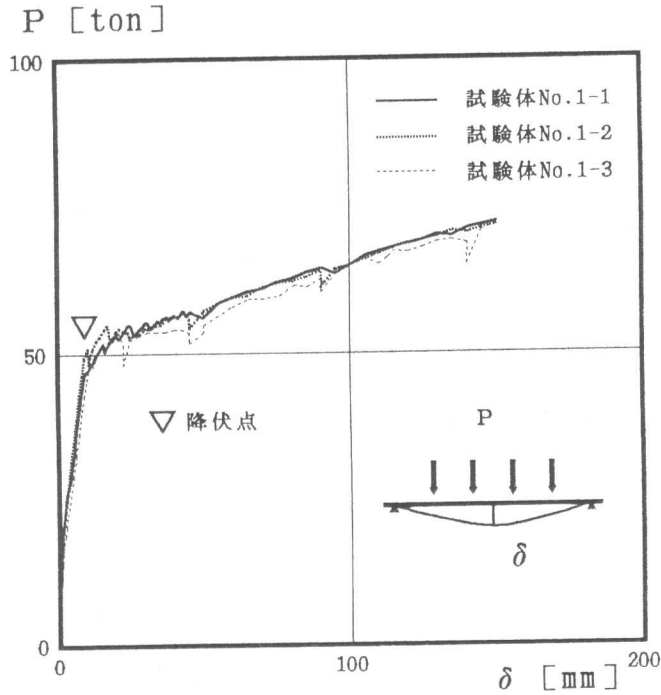


図-8 P- δ 包絡線

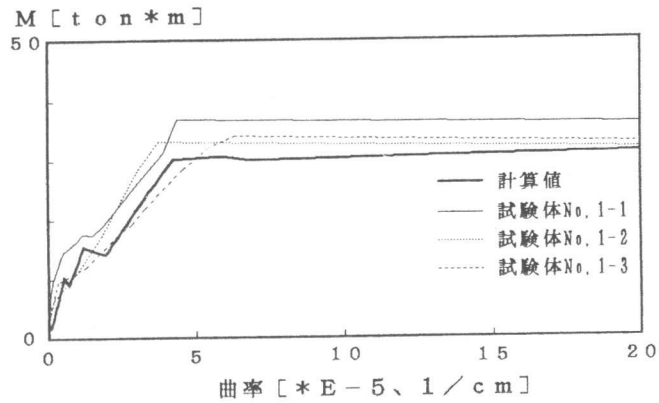


図-9 M- ϕ 包絡線

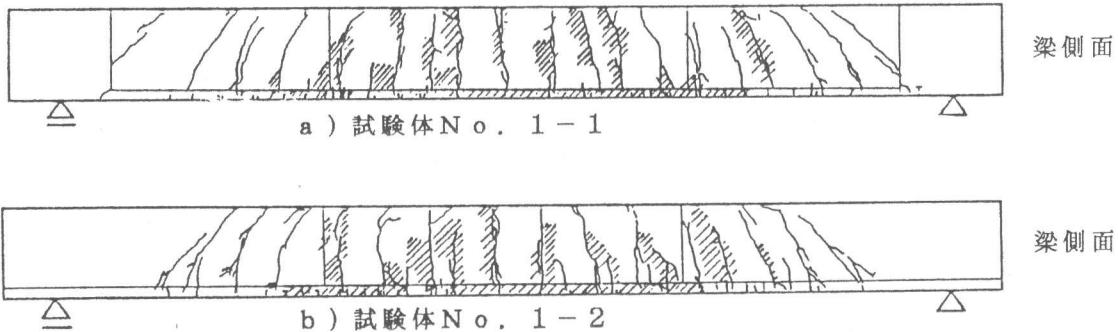


図-10 『パネル』の剝離状態(実験終了後)

7. まとめ

繊維補強真空押し成形板（『パネル』）を打込み型枠に使用した合成単純梁の曲げ変形状態に関して、実験結果より以下の事が確認された。

1) 合成梁の弾性剛性はRC梁よりも大きい値を、ひび割れ強度はほぼ同じ値を示した。

2) 合成梁の降伏荷重は、RC梁とほぼ同じ値を示した。

3) 合成梁のP- δ 関係は、RC梁とほぼ同じであった。

4) 合成梁のM- ϕ 関係は、RC梁とほぼ同様であり、計算値ともよく対応していた。

5) 合成梁のひび割れ発生状況は、目地部に集中することなく全体に分散しており、RC梁と同様であった。

6) 合成梁の『パネル』の剝離状況は、梁中央部材角R=1/200まで発生せず、R=1/30の大変形時においても剝落することはなかった。

以上から、『パネル』の目地部断面欠損の影響は見られず、また、『パネル』と後打ちコンクリートとの一体性も確認された。よって、『パネル』を打込み型枠に用いた合成単純梁は全断面有効と考えられ、その設計は、同一せいのRC梁として扱っても良いと考えられる。

単純梁の実験結果を基に、今後、『パネル』を用いた壁、柱及び連続梁の性状を確認していく予定である。

謝辞

本実験の実施および解析に於て、東京理科大学松崎育弘教授、中野克彦助手に多大なご指導を得たことをここに記し、感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料、日本建築学会、1987

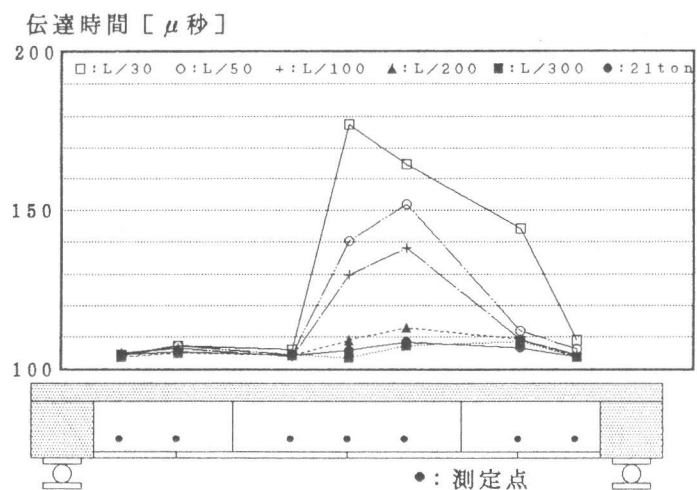
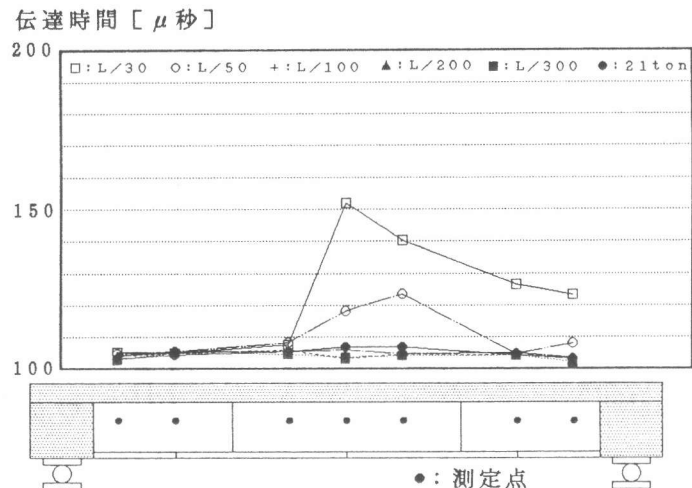


図-11 超音波測定結果（試験体No. 1-1）