

3次元ガラス織物プレートを埋設型枠として用いたRCはりの曲げ・せん断性状

立命館大学大学院 学生員○井上 真澄

立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章 正会員 児島 孝之

1. はじめに

3次元ガラス織物に膨張ペーストを充填してケミカルプレストレスを導入した厚さ10mmの薄板(プレート)は、約 70N/mm^2 の曲げ強度を有する¹⁾。本研究では、プレートを埋設型枠として実構造物に適用することを目的に、プレートを埋設型枠として用いたRCはりを製作し、その曲げおよびせん断性状について実験検討を行った。

表1 プレートの仕様と力学的特性

要 因	仕 様
拘束体	3次元ガラス織物
充填材	膨張ペースト(50-300*)
ひび割れ強度(N/mm^2)	17.7
曲げ強度(N/mm^2)	71.3

注)*: $W/(C+SF)=50\%$, $EP=300\text{kg/m}^3$
 C: 普通ポルトランドセメント
 SF: シリカフェューム, EP: 膨張材

2. 実験概要

表1にプレートの仕様と力学的特性を、表2に供試体名および実験要因を示す。プレートの充填材には、水結合材比 $[W/(C+SF)]50\%$ 、シリカフェューム置換率 $[SF/(C+SF)]20\%$ 、単位膨張材量 $[EP]300\text{kg/m}^3$ の膨張ペーストを使用した。後打ちコンクリートは、セメントに早強ポルトランドセメント(密度: 3.14g/cm^3)、細骨材に野洲川産川砂(密度: 2.61g/cm^3 , $FM=2.65$)、粗骨材に高槻産硬質砂岩砕石(密度: 2.68g/cm^3 , $FM=6.89$, $MS=20\text{mm}$)を使用した。コンクリートの設計基準強度は 27N/mm^2 とし、目標スランプは $7.5\pm 1\text{cm}$ 、目標空気量は $4\pm 1\%$ とした。

図1に供試体の概要を示す。埋設型枠を含めた外寸法は $150\times 240\times 2000\text{mm}$ とし、引張鉄筋にはD16を2本配置した。有効高さは200mm、引張鉄筋比は1.32%である。曲げ破壊先行型はりは、せん断破壊が先行しないように、スターラップにD10を100mm間隔で配置し、プレートをRCはり底面にみに配置したタイプAと、後打ちコンクリート打設面を除く全面に配置したタイプB、比較用普通RCはりを含めて3体製作した。一方、せん断破壊先行型はりは、タイプBのみの仕様で比較用普通RCはりを含めて4体製作した。

図2に埋設型枠接合部(タイプB)の詳細を示す。まず所定寸法のプレートを製作し、各プレートを仮組みする。底面のコーナー部にあたる端部は、接合作業性の改善と載荷時の応力集中を防ぐため面取りを施した。型枠内外面の接合部をガラス繊維補強材に樹脂を含浸させながら接着補強した。その後、後打ちコンクリートとの付着を改善するために、ケイ砂(粒径2~3mm)を型枠内面に樹脂を用いて接着した¹⁾。埋設型枠製作後、型枠内に鉄筋を配置し、後打ちコンクリートを打設した。

載荷条件は、支点間距離1800mm、曲げ破壊先行型はりではせん断スパン有効高さ比 $(a/d)3.6$ で一定、せん断破壊先行型はりでは $a/d=3.6, 3.0, 2.0$ の対称2点集中載荷とした。載荷時材齢は14日とし、計測項目はスパン中央の圧縮および引張鉄筋ひずみ、スターラップひずみ、型枠底面の曲げ引張方向のプレートひずみ、スパン中央たわみとした。

表2 供試体名および実験要因

供試体名	設計破壊形式	a/d	埋設型枠
F-3.6	曲げ破壊	3.6	無
F-3.6A	破壊先行型(F)		A
F-3.6B			B
S-3.0	せん断破壊	3.0	無
S-3.6B	破壊先行型(S)	3.6	B
S-3.0B		3.0	
S-2.0B		2.0	

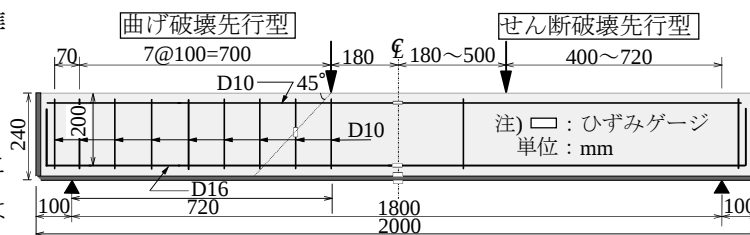


図1 供試体概要

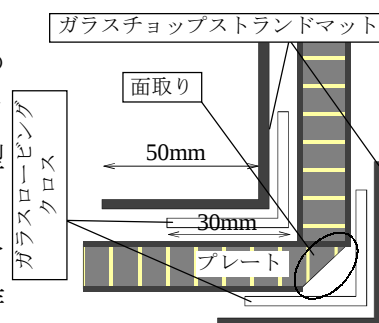


図2 埋設型枠接合部(タイプB)

キーワード 3次元ガラス織物, 埋設型枠, 耐力, 補強材, 曲げ強度

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部土木工学科 TEL 077-561-2805

3. 実験結果および考察

表 3 静的載荷試験結果

破壊性状	供試体名	P_{cr}	P_v	P_{vcr}	P_u	破壊形式
	F-3.6	17.2	74.0	—	87.0(1.00)	曲げ破壊
	F-3.6A	24.5	86.7	—	99.7(1.15)	底面プレート破断 → 曲げ破壊
	F-3.6B	35.1	108	—	142(1.63)	底面プレート破断 → 曲げ破壊
	S-3.0	19.6	—	81.9	81.9[1.00]	斜め引張破壊
	S-3.6B	—	108	—	142	底面プレート破断 → 曲げ破壊
	S-3.0B	—	132	—	168[2.05]	底面プレート破断 → 曲げ破壊
	S-2.0B	—	—	123	126	側面プレート剥離 → セン断引張破壊

注) P_{cr} : 曲げひび割れ発生荷重, P_v : 降伏荷重, P_{vcr} : 斜めひび割れ発生荷重
 P_u : 最大荷重, (): F-3.6 の静的耐力に対する比率
 []: S-3.0 の静的耐力に対する比率, 単位: kN

表 3 に静的載荷試験結果を示す。曲げ破壊先行型の比較用 F-3.6 供試体は、引張鉄筋降伏後、曲げスパン圧縮部コンクリートが圧壊して終局に至った。埋設型枠を用いた F-3.6A および F-3.6B 供試体は、はり中央部底面のプレートが破断し、その後コンクリートが圧壊して終局に至った。これら 2 体の RC はりでは、終局時まで埋設型枠の接合補強部の損傷は観察されなかった。せん断破壊先行型の比較用 S-3.0 供試体は、斜め引張破壊した。S-3.6B および S-3.0B 供試体はせん断破壊せず、引張鉄筋降伏後、はり中央部底面のプレートが破断した後に、圧縮部コンクリートが圧壊した。これら 2 つの供試体は、曲げ破壊した供試体と同様に、終局時まで埋設型枠の接合補強部の損傷は観察されなかった。しかし、S-2.0B 供試体は、はり側面に用いたプレートが端板プレートとの接合補強部でガラス繊維補強材の破断が生じ、供試体上縁端部から載荷点に向かって剥離が生じた後に、せん断引張破壊した。

変形状

図 3 に荷重と支間中央たわみの関係を示す。曲げ破壊先行型の埋設型枠を用いた供試体は、比較用の F-3.6 供試体に比較して、曲げひび割れ荷重および降伏荷重が増加した。また、曲げひび割れ発生以降の曲げ剛性が大きくなり、引張鉄筋降伏以降も荷重が増加した。特に、プレートをはり底面と側面に用いた F-3.6B 供試体は、引張鉄筋降伏以降の荷重増加が大きい。曲げ耐力は、F-3.6 供試体に対して約 1.6 倍の値を示しており、プレートによる曲げ補強効果が認められた。

一方、せん断破壊先行型における S-3.6B および S-3.0B 供試体は、曲げ破壊先行型の F-3.6B 供試体とほぼ同様の変形状を示した。a/d の等しい S-3.0 供試体と S-3.0B 供試体を比較すると、プレートを使用することにより供試体の剛性および変形性能の向上が著しい。また、プレートを用いることで約 2 倍の耐力増加を示した。せん断破壊する RC はりにプレートを埋設型枠を配置することでせん断補強効果を発揮し、曲げ破壊に移行したものと考えられる。a/d が最も小さい S-2.0B 供試体は、引張鉄筋降伏前に、供試体の変形が急激に大きくなり、その後荷重の増加は小さく変位のみが増加して終局に至った。しかし、せん断引張破壊した S-2.0B 供試体も、はり側面に配置した埋設型枠のせん断補強効果により、S-3.0 供試体の約 1.5 倍のせん断耐力を示した。

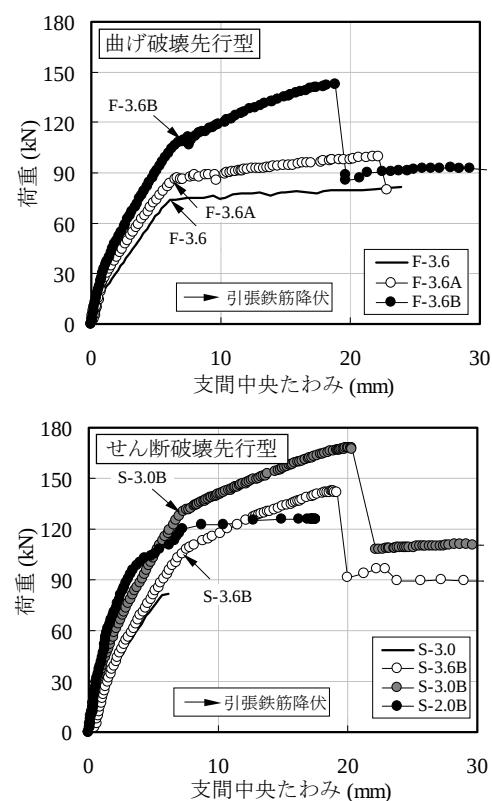


図 3 荷重と支間中央たわみの関係

4. 結論

3 次元ガラス織物プレートを埋設型枠に用いた RC はりは、未使用の通常の RC はりに比較して、曲げ剛性や耐力が増加した。プレートは、曲げおよびせん断補強材として有効に機能した。

謝辞 本研究で使用した 3 次元ガラス織物は蝶理(株)より、ガラスチョップストランドマット、ガラスロービングクロスはサカイ産業(株)より提供して頂いた。また、アイティシー(株)菅田豊氏、サカイ産業(株)酒井麓郎氏、東レ(株)鈴川研二氏には、本研究の遂行にあたり貴重なご意見を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献 1)井上真澄, 前園真一郎, 諏訪聡, 高木宣章, 児島孝之: 三次元中空構造ガラス織物を用いた埋設型枠用薄板の曲げ特性, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集, V-337, pp.673-674, 2002