

立命館大学理工学部 学生員 ○近藤哲也
 立命館大学大学院 学生員 前園真一郎 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

厚さ約 10mm の三次元中空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することにより、約 70N/mm² の曲げ強度を有するプレートの製作が可能である¹⁾。本研究では、プレートを埋設型枠として実構造物へ適用することを目的として、プレートを埋設型枠に適用した RC はりを製作し、その曲げおよびせん断特性について実験検討を行った。

2 実験概要

表 1 に埋設型枠用プレートの要因を、表 2 に供試体名および実験要因を示す。ガラス繊維は E-ガラスを使用し、含浸樹脂にはビニルエステル樹脂(VE 樹脂)を用いた。充填する膨張ペーストは、セメントに普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、シリカフュームにノルウェー産粉体(密度:2.20g/cm³、比表面積 20m²/g、平均粒径 0.15 μm、SiO₂=91.3%)、膨張材に CSA 系(密度:2.93g/cm³)、石粉(密度:2.70g/cm³)を、混和剤にはポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。膨張ペーストの配合は、水結合材比 [W/(C+SF)] を 50%、シリカフューム置換率 [SF/(C+SF)] を 20%、単位膨張材量 [EP] を 300kg/m³ とした。

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/cm³)、細骨材に野洲川産川砂(密度:2.61g/cm³、FM=2.65)、粗骨材は高槻産硬質砂岩砕石(密度:2.68g/cm³、FM=6.89、MS=20mm)を使用した。コンクリートの設計基準強度は 27N/mm² とし、目標スランプは 7.5±1cm、目標空気量は 4±1% とした。

図 1 に埋設型枠タイプ B の製作方法を示す。所定寸法のプレートを仮組みし、型枠底面のコーナー部にあたるプレート端部を、接着作業性の改善と載荷時の応力集中を防ぐために面取りを施した。型枠内外面の接合部をガラス繊維補強材を VE 樹脂を含浸させながら接着補強し、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 VE 樹脂を用いて接着した。埋設型枠製作後、型枠内に鉄筋を配置し、コンクリートを打設した。

図 2 にタイプ B 供試体概要を示す。埋設型枠を含めた外寸法は 150×240×2000mm 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。曲げ破壊先行型供試体は、スターラップに D10 を 100mm 間隔で配置した。載荷条件は、支点間距離 1800mm、曲げ破壊先行型ではせん断スパン有効高さ比 (a/d)3.6 で一定、せん断破壊先行型では a/d=3.6、3.0、2.0 で対称 2 点集中載荷とした。載荷時材齢は 14 日とし、計測項目は、スパン中央圧縮縁のコンクリートひずみ、スパン中央の圧縮および引張鉄筋ひずみ、型枠底面の

表 1 埋設型枠用プレートの要因

要因	仕様
3D-GFRP 含浸樹脂	VE 樹脂
膨張ペーストの配合	50-300*
プレートと後打ちコンクリートの界面処理方法	粒径 2~3mm のケイ砂散布処理

注)*:50[W/(C+SF)(%)]-300[EP(kg/m³)]

表 2 供試体名および実験要因

供試体名	設計破壊形式	載荷条件 (a/d)	埋設型枠配置タイプ	タイプ A		タイプ B	
				150	80	150	130
F-3.6	曲げ破壊先行型(F)	3.6	無	240	200	プレート(埋設型枠)	(単位:mm)
F-3.6A			タイプ A				
F-3.6B			タイプ B				
S-3.0	せん断破壊先行型(S)	3.0	無	240	200	プレート(埋設型枠)	(単位:mm)
S-3.6B			3.6				
S-3.0B			3.0				
S-2.0B			2.0				

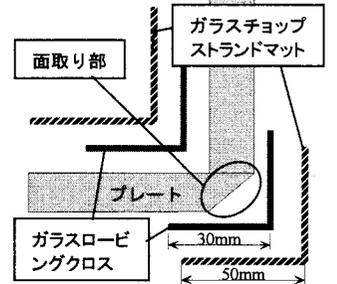


図 1 埋設型枠製作方法(タイプ B)

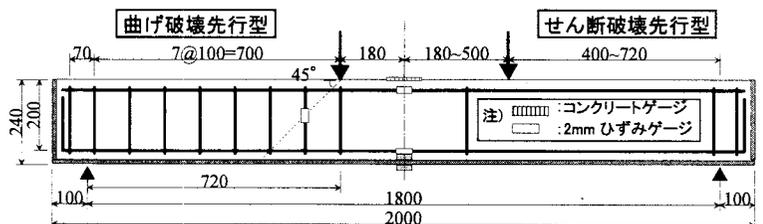


図 2 供試体概要 (単位:mm)

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。

3 実験結果および考察

破壊性状 表3に静的載荷試験結果を示す。埋設型枠用プレートを用いた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。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コンクリートが圧壊した。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。

変形性状 図3に荷重と支間中央たわみの関係を示す。F-3.6A、F-3.6B供試体はF-3.6供試体と比較して、曲げひび割れ発生荷

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、引張鉄筋降伏以降も荷重が増加した。特に、埋設型枠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く、埋設型枠による曲げ補強効果が確認できた。

一方、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性状を示した。また、S-3.0B供試体とS-3.0供試体を比較すると、埋設型枠を使用することによる供試体の剛性および変形性能の向上が著しい。せん断破壊するRCはりが埋設型枠の配置によるせん断補強効果により、曲げ破壊に移行したものと考えられる。

埋設型枠(プレート)ひずみ 図4に荷重と曲げスパン中央部の底面に埋設したプレートひずみの関係を示す。せん断破壊したS-2.0B供試体を除き、各供試体とも引張鉄筋が降伏するまで荷重の増加とともに、プレートひずみはほぼ一定の割合で増加した。引張鉄筋降伏後のプレートひずみも、最大荷重に至るまでほぼ一定の割合で増加している。これは、プレートが破断する直前までコンクリートとプレート間の付着が良好であったことを示しており、プレートが引張鉄筋降伏後も有効に載荷荷重に抵抗することが確認できた。

4 結論

プレートを埋設型枠に適用したRCはりには、曲げ剛性や耐力が増加し、曲げおよびせん断補強材としてプレートの補強効果が認められた。

謝辞：本研究で使用した三次元中空ガラス織物は蝶理(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。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回年次学術講演概要集，V-337，pp.673-674，2002

表3 静的載荷試験結果 (単位:kN)

供試体名	P_{cr}	P_y	P_{ver}	P_u	破壊形式
F-3.6	17.2	74.0	—	87.0	曲げ破壊
F-3.6A	24.5	86.7	—	99.7	底面プレート破断 →曲げ破壊
F-3.6B	35.1	108	—	142	底面プレート破断 →曲げ破壊
S-3.0	19.6	—	81.9	81.9	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	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 →せん断引張破壊

注) P_{cr} : 曲げひび割れ発生荷重、 P_y : 降伏荷重
 P_{ver} : 斜めひび割れ発生荷重、 P_u : 最大荷重

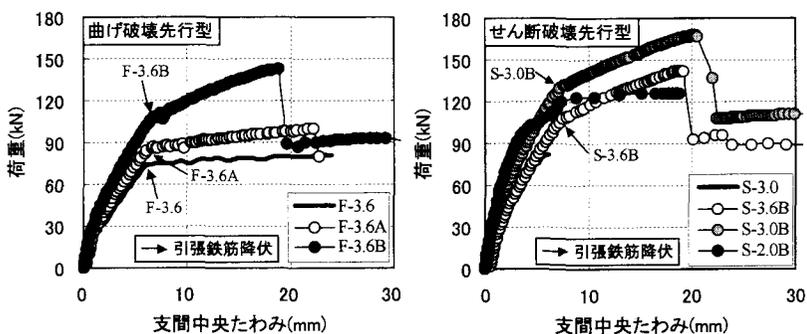


図3 荷重と支間中央たわみの関係

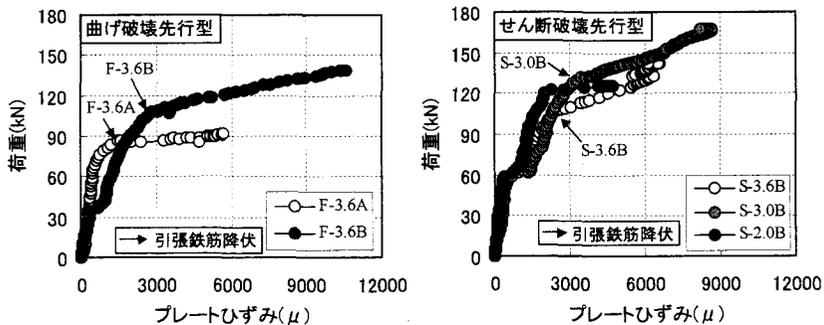


図4 荷重とプレート支間中央ひずみの関係