

第Ⅴ部門 筒状アラミド繊維シートの膨張拘束効果

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
ドービー建設工業(株) 正会員 濱田 譲 J R 西日本(株) 正会員 ○新開 琢
愛知県 片田尚武

1. はじめに

連続繊維補強材は、高強度、耐腐食性および軽量等の特徴が注目され、コンクリートの引張補強材としての利用に関する研究が活発に行われている。コンクリート橋梁の分野では、軽量で耐久性に富んだ橋梁の開発をめざし、高強度コンクリートトラス(棒)部材を利用したPC橋の実用化に向けた検討が行われている。

本研究は、それらの棒部材に、筒状アラミド繊維シートを型枠および拘束体として用いたコンクリート棒部材を適用することを想定し、その作製方法と構造部材としての基本特性の把握を目的とするものである。

2. 実験概要

使用材料を表-1に、モルタルの示方配合を表-2に示す。アラミド繊維の力学的特性を表-3に示す。筒状アラミド繊維シートは、縦系と横系を格子状に織り込んだものを用いた。

シート供試体を図-1に示す。供試体は、筒状シートの下端部を留め金で固定しモルタルを充填した後に、上端部を固定して作製した。載荷試験材令は7日とした。シートへの樹脂塗布は、強度測定用供試体を作製した後にいった。比較用として一軸拘束供試体(φ10×20cm)、無拘束供試体(φ5×10cm)も作製した。

表-1 使用材料の物理的性質

材 料	略記	主 要 な 性 質
セメント	C	早強ポルトランドセメント(比重=3.14, 粉末度=4530cm ³ /g) 普通ポルトランドセメント(比重=3.16, 粉末度=3280cm ³ /g)
シリカフューム	SF	E社製940-U 粉体(比重=2.20, 粉末度=200000cm ³ /g, SiO ₂ =92.3%)
膨張材	EP	D社製 ESA系 #20(比重=2.93)
細骨材	S	野洲川産川砂(比重=2.60, 吸水率=1.22%, 粗粒率=2.73%)
混和剤	SP	T社製 高性能減水剤(比重=1.1, ポリカルボン酸系グラフトポリマー)

表-2 モルタルの示方配合

W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	EP/(C+SF) (%)	単位量(kg/m ³)					減水剤量* (kg/m ³)
			W	C	SF	EP	S	
25	0	0	186	745	0	0	1474	58 (7.8%)
	10	20		670	75	150	1315	56 (7.5%)
	20	5		590	148	37	1395	58 (7.9%)
		10				75	1360	
		20				150	1294	

1:2t配合、70-値280以上 *:()内は結合材質量に対する百分率

表-3 アラミド繊維の力学的特性

アラミド繊維	(素線): 比重=1.44, 引張強度=28000kgf/cm ² (22gf/d) ヤング係数=630000kgf/cm ² , 伸び率=4.0% (シート): 目付量=634g/m ² , 換算厚さ(縦方向=0.15mm, 横方向=0.23mm) 引張強度(樹脂含浸, 縦系)=13600kgf/cm ² (素線の49%)
--------	--

3. 実験結果および考察

3.1 膨張特性

アラミド繊維シートは、軸方向の縦系と周方向の横系が織り込まれており、横系が縦系よりも約1.5倍多く使用されている。アラミド繊維単体のヤング係数は、使用量によらず一定であるが、縦系と横系が織り込まれ、しかも両者の使用量が異なる時には、見かけのヤング係数は軸方向と周方向で相違する。膨張ひずみの経時変化の一例を図-2に示す。全体的に軸方向ひずみに比べて周方向ひずみの値が小さくなっている。これは、軸方向に比べて周方向のヤング係数が大きいためと考えられる。

3.2 圧縮強度

無拘束供試体と一軸拘束供試体の膨張材量と圧縮強度の関係を図-3に示す。一軸拘束供試体は、載荷試験直前に拘束を解除し無拘束状態で載荷した。早強セメントを用いた一軸拘束供試体では、膨張材量に比例して強度が増加した。しかし、普通セメントを用いたものでは、膨張材量

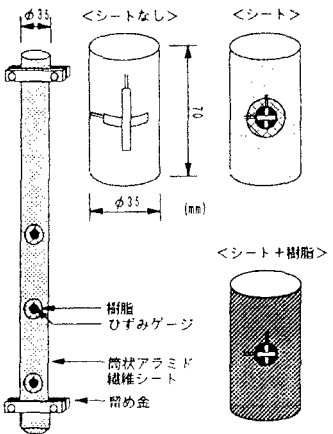


図-1 シート供試体

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Yuzuru HAMADA, Taku SHINKAI, Naotake KATADA

に比例して強度が低下した。膨張材量が多いと一軸拘束しても拘束されていない方向の損傷が大きくなるためケミカルプレストレスの導入は困難で、圧縮強度が低下する場合がある[1]。早強セメントを使用すると材令初期のモルタル強度が大きくなり、膨張材量が多いにも関わらず拘束していない方向の損傷が少ないこと、あるいは導入されるプレストレスにより強度が増加するものと考えられる。供試体の圧縮強度は、膨張材を使用していないモルタルの圧縮強度の大きさと膨張材量と試験環境による膨張量との相互関係によって決まると考えられる。

筒状アラミド繊維シート供試体の破壊状況を図-4に示す。シートで拘束された供試体の破壊は、モルタルの破壊、シートの破断の2段階に分けられる。モルタルの破壊（モルタル破壊強度）後、荷重が少し減少し供試体中央部の横ひずみが増大し、供試体中央部分の横系の切断によりシートが破断する（シート破断強度）。

シート供試体の圧縮強度（モルタル破壊強度）と膨張材量の関係を図-5に示す。図中のシートなし供試体は、載荷試験前にシートを剥離し拘束を解放した供試体である。樹脂塗布していない供試体では、膨張量が少ない膨張材量 75kg/m^3 以下のモルタル破壊強度は無拘束時の圧縮強度より低く、拘束による強度改善効果が観察されない。膨張材量 150kg/m^3 の供試体では、無拘束供試体の圧縮強度よりも大きくなり、3軸拘束のケミカルプレストレス導入による強度改善効果が見られた。しかし、膨張材量が多くても、シートによる拘束度が小さいために、モルタル破壊強度とシート破断強度に大きな差が生じる結果となった。

樹脂塗布供試体では、モルタル破壊強度は樹脂塗布していない供試体よりも 200kgf/cm^2 程度増加した。また、モルタル破壊強度は膨張材量に伴い増加しており、膨張材量 150kg/m^3 、シリカフューム混入率20%で水中養生したものは、モルタル破壊とシート破断が同時に起こった。樹脂塗布によるシートとモルタルの付着力、拘束度の増加により、モルタル破壊強度を改善することが可能である。シート破断強度は、配合、樹脂塗布に関わらず 1230kgf/cm^2 程度となった。シート破断強度は、モルタル破壊強度の1.7倍程度となり、横拘束効果により圧縮強度が改善されると考えられる。

<参考文献>

[1]辻、丸山 「膨張コンクリートの力学的特性に及ぼす拘束方法の影響に関する基礎研究」 第6回コンクリート工学年次講演論文集 1984

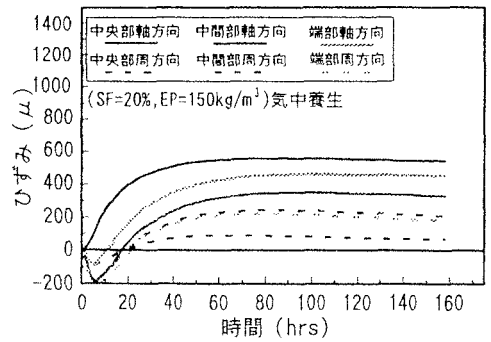


図-2 膨張ひずみの経時変化
(シート供試体)

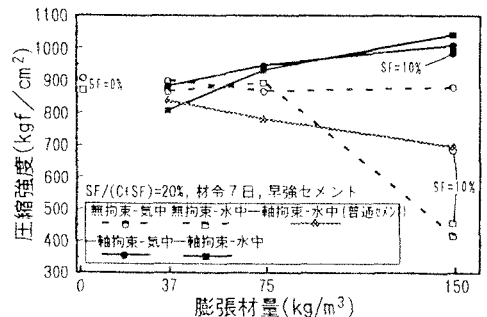


図-3 圧縮強度と膨張材量の関係
(無拘束、一軸拘束供試体)

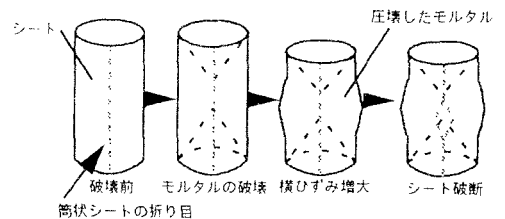


図-4 シート供試体の破壊状況

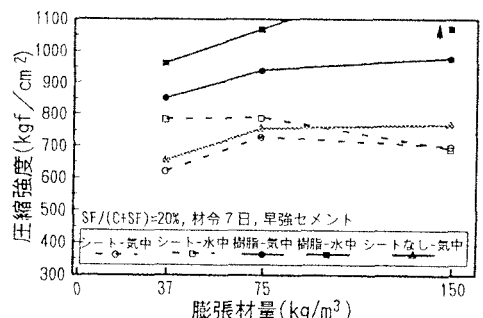


図-5 圧縮強度と膨張材量の関係
(シート供試体)