

コンクリート補強用繊維棒材の諸特性

近畿コンクリート工業株 正員○岩本 勲・正員 阿河 俊夫
関 西 電 力 株 正員 打田 靖夫・正員 吉川 太

1. はじめに

近年、耐腐食性のコンクリート補強用材料として、繊維と樹脂との複合材料（棒材）に関する研究が進められている。筆者らも炭素、アラミド、ビニロンの繊維棒材について、引張特性、耐薬品性（1 か月）、付着特性、疲労特性（アラミドのうち一種類のみ）について既に報告している¹⁾が、今回それらに加えて、耐候性、レラクセーション特性等についても、試験結果を得たので報告する。

2. 実験概要

実験に用いた繊維棒材を表-1に示す。表中の値は、何れも前回報告の実験値で、引張強度および弾性係数は、樹脂を含めた全断面積で除した値である。棒材の形状については、プルトルジョーン法も検討したが、付着強度等の問題で、今回は何れも組紐機で編組しエポキシ樹脂を含浸させたもので、組紐独特の規則正しい凹凸が形成されて

表-1 繊維棒材の物性値

種 類	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	破断伸度 (%)
炭素 CB	16,100	11.8×10 ⁵	1.4
アラミド KB	15,300	6.4×10 ⁵	2.4
ミド TB	13,100	4.6×10 ⁵	2.8
ビニロン VB	3,870	2.4×10 ⁵	2.6

いる。これらの棒材は、径によって強度特性が変化すると思われるが、今回は直径約6mmのものを用いた。耐候性試験は、大阪府吹田市で南向き一階屋上に2年間自然暴露した。耐薬品性試験は、試薬量を試料の表面積1cm²当たり8ccを目安とし、硫酸(10%)、水酸化ナトリウム(10%)、塩化ナトリウム(10%)および人工海水に20℃恒温状態で1年間浸漬後、引張試験を実施した。部分片振り引張疲労試験は、主にPC緊張材として使用することを念頭において、下限荷重を破断強度の50%一定とし、上限荷重を破断荷重の75~85%と変化させた。レラクセーション試験は、試験長1mで破断強度の40、60%で緊張し、20℃恒温状態で約70日間荷重の低下を測定した。

3. 実験結果及び考察

<耐候性> 一般にアラミド繊維やビニロン繊維は紫外線劣化を生じ、1年間で強度が半分以下となるという報告もある²⁾。もしそれ程劣化するものなら、コンクリートにひびわれが生じた場合、繊維棒材は紫外線劣化して、部材の耐力が低下するのではないかと、あるいは製造日、使用期限等を記し、保管場所に留意する等の注意が必要となる懸念が生じた。しかし2年間の屋外暴露後、外観はKB、TB、VBはかなり変色していたが、引張強度は図-1に示すように、CB、KB、VBで約10%低下したが、TBは殆ど低下しなかった。また弾性係数もCB、VBで6~10%低下したが、KB、TBは低下しなかった。この理由として、これら棒材では、外側の繊維層が内部を紫外線から保護していること、またエポキシ樹脂を含浸させてあるので、樹脂が繊維素材を保護したものと考えられる。エポキシ樹脂に紫外線保護効果があるのなら、棒材を樹脂含浸させることは形成上の理由ばかりでなく、繊維素材を保護する点でも有効であると思われる。

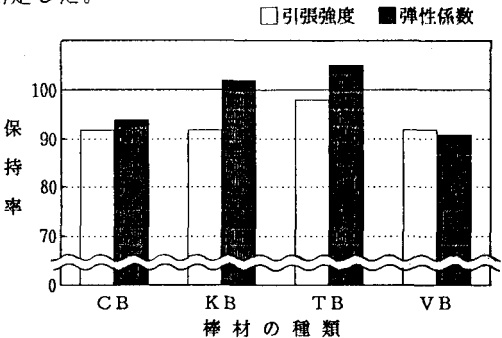


図-1 耐候性試験結果

Kaoru IWAMOTO, Teshio AGAWA, Yasuo UCHITA, Tōru YOSHIKAWA

＜耐薬品性＞ 耐薬品性試験結果を図-2に示す。TBは硫酸に対して5%程度の強度低下を示した他は全く問題はなかった。KBも硫酸、水酸化ナトリウムで5%程度の強度低下を示した。しかし、CBは前回報告の1か月間の浸漬結果から大幅な強度低下はないものの、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウムで15%程度の強度低下を示した。VBは4種類の棒材の中で最も強度低下が大きく、総ての薬品に対して約10%以上の強度低下を示した。特に水酸化ナトリウムに対しては、1か月間の浸漬結果よりもさらに10%も低下しており、弾性係数も 2.4×10^5 から 1.4×10^5 (kgf/cm²)へと低下している。

＜疲労特性＞ 先の報告により、組紐による棒材の方が表面が滑らかなプルトルージョン法による棒材よりも、付着特性が優れている事が判明した。しかし、組紐では繊維が複雑に絡み合っているため、お互いにこすれあってその疲労性状が劣る事が懸念された。疲労試験の結果図-3に示すように、100万回以下では金属材料で見られる疲労限界は確認できなかった。しかしコンクリートと同様に、応力振幅と繰返し回数(対数)とはほぼ直線関係にあり、200万回疲労強度なら、PC鋼より線に劣らない疲労性状を示した。この事から繊維を組紐技術により棒材とすることによって、その疲労特性は低下することなく、繰返し荷重を受ける部材の補強材としても、使用可能であると思われる。

＜レラクセーション特性＞ CBとKBについて、レラクセーション試験を実施した。図-4は各応力レベルで2本実施した平均値である。CB、KBともレラクセーション率と時間(対数)との間には、ほぼ直線関係にある。初期緊張力によってレラクセーション率はあまり変化せず、今回実験の範囲では初期緊張力の影響は殆どないと考えられる。しかし棒材の種類による差は大きく、60日後の値では、KBはCBの約2倍である。本報告の実験値は本数も少なく、定着部の影響もあるかも知れないが、図-4の関係が今後も続くとなると、30年後の推定値はCBで9%、KBで19%となる。

1. ま と め

組紐による繊維棒材は、コンクリートとの付着力が大きいという特長を持っており、それに加えて今回耐候性、耐薬品性、疲労性状、レラクセーションについて検討した結果、高腐食環境下、繰返し荷重作用下においても、アラミド繊維棒材をプレストレストコンクリートの緊張材として使用できるものと思われる。炭素、ビニロン繊維棒材については、腐食環境条件によっては、使用が困難な個所があるかも知れない。

【参考文献】 1) 岩本 他：コンクリート補強用繊維の基本特性，平成元年度土木学会関西支部年次講演会
2) 繊維メーカ技術資料 3) 豊福俊泰 他：PC鋼より線の疲労強度，コンクリート工学，July, 1987

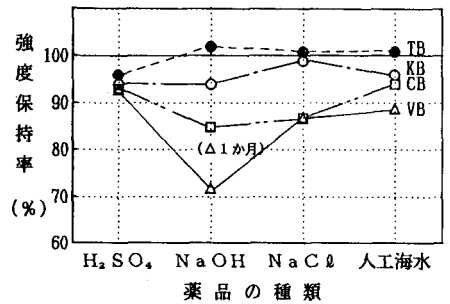


図-2 耐薬品性試験結果

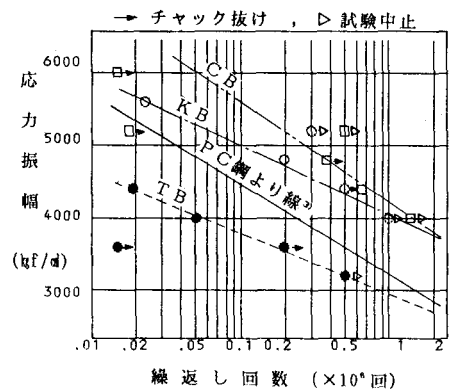


図-3 応力振幅と破壊回数との関係

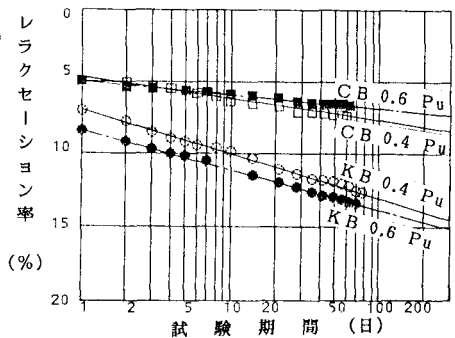


図-4 レラクセーション曲線