



施した。さらに、初期載荷時における定着具からのロープ系連続繊維補強材の抜け出し量を測定する目的で、公称破断荷重の60%まで載荷し、一度徐荷して抜け出し量を測定した後に破断まで載荷した。

3.2 試験結果および考察

試験結果を表-2に示す。試験結果より、ロープ系連続繊維補強材の引張強度は試験長の影響を受けることがわかる。すなわち、試験長の短いものほど引張強度のばらつきが大きくなり、20d+100mmおよび40d+100mmでは9.8tonで破断する試験体

も見られた。これに対し、試験長を60d+100mm以上で試験した場合には、平均で11.0ton以上、平均値-3σでも10.0ton程度の破断荷重が得られることが確認された。以上のことから、60d+100mm以上の試験体で引張試験を実施した場合には、試験長が破断荷重に及ぼす影響を取り除くことが可能となる。また、平均値-3σを保証破断荷重とするのであれば、公称破断荷重を下回することに注意を払う必要がある。

また、初期載荷時における定着具からのロープ系連続繊維補強材の抜け出し量を測定した結果を表-3に示す。いずれの試験体も固定側、移動側とも5.0mm以上の抜け出し量を示している。このことから、試験あるいは実際の適用に関しては、プレロードを作用させることにより定着具内でのロープ系連続繊維補強材の固定を十分に行う必要があると言える。

4. 曲げ引張強度特性

4.1 試験概要

ロープ系連続繊維補強材の曲線配置による強度低下の影響を把握する目的で図-2に示す装置により曲げ引張試験を実施した。なお、試験体数は各シリーズ2体でとし、ロープ系連続繊維補強材の種類はAとした。

4.2 試験結果および考察

試験結果を表-4および図-3に示す。破断位置は、曲げ配置部分(図-2中B)のものが多く、特に曲げ引張強度が低いものはこの部分で破断しているものが多く認められる。また、曲げ半径が小さいもの(シーブ径が小さい)ものほど強度低下が大きい傾向を示すが、シーブ径が、330mm以上の場合には、単純引張試験で得られた引張強度(約11ton)の90%以上の強度が得られている。曲げ引張強度は、曲げ半径および曲げ角度の両方が影響すると考えられるが、曲げ半径を150mm程度以上にとれば、通常の曲線配置の範囲内では顕著な強度低下は認められず、ロープ系連続繊維補強材の高強度を有効に活用できると考えられる。

表-2 引張試験結果

試験長 (mm)	引張破断荷重 (ton)					試験数
	最大値	最小値	平均値	標準偏差 $\sigma$	平均値 - 3 $\sigma$	
20d+100	11.5	9.8	10.71	0.620	8.847	15
40d+100	11.8	9.8	11.01	0.419	9.756	15
60d+100	11.9	10.5	11.19	0.347	10.152	15
100d+100	11.7	10.3	11.27	0.415	10.028	15

表-3 引張試験時の抜け出し量

No	1	2	3	4	5	平均
固定側	6.2	6.0	5.7	5.8	6.0	5.9
移動側	5.1	5.6	5.7	5.4	5.7	5.5

単位: mm

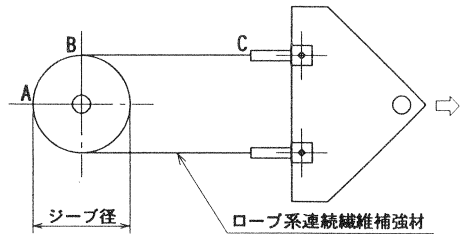


図-2 曲げ引張試験概要

表-4 曲げ試験結果

シーブ径 (mm)	破断荷重 (ton)		
	1	2	平均
78	12.5 (B)	12.7 (B)	12.6
140	15.6 (B)	18.3 (B)	17.0
330	20.7 (B)	21.5 (B)	21.1
440	17.5 (C)	20.3 (B)	18.9
600	21.1 (C)	20.5 (B)	20.8

( ) 内は破断位置を示す

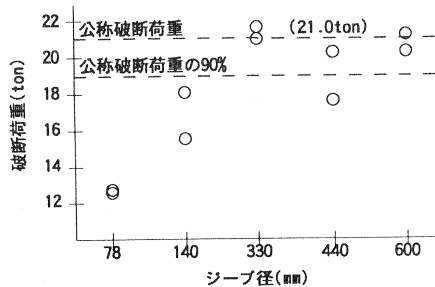


図-3 曲げ引張試験結果

5. 温度依存性

5.1 実験概要

実構造物では、夏期の日中など高温履歴を受けることが予想される。この影響を把握する目的で、高温条件を受けた後の引張試験を実施した。実験に使用したロープ系連続繊維補強材はAであり、試験体長は400mm(22d+100mm)とした。実験は、保持温度を100, 75, 50℃および常温(25℃)とし、10時間高温に保持した後自然冷却し、引張試験を実施した。なお、試験数は各温度に対して2体とした。

表-5 保持温度別破断荷重

保持温度(℃)	破断荷重(ton)	破断箇所
25	10.15	ターミナル端部
	10.00	ターミナル端部
50	9.60	ターミナル端部
	10.20	ターミナル端部
75	9.90	ターミナル端部
	9.90	ターミナル端部
100	9.80	ターミナル端部
	10.30	ターミナル端部

5.2 実験結果および考察

実験結果を表-5に示す。いずれの試験体も公称破断荷重を若干下回っているが、これは先にも示したように試験長が短い影響であると考えられる。しかし、100℃で10時間放置したのもでも、常温での引張強度の99.8%の強度を示しており、高温環境を経験した場合にも顕著な強度低下は認められない。

6. 静的疲労特性

6.1 実験概要

ロープ系連続繊維補強材を緊張材に使用する場合、リラクゼーション値および緊張力を持続することによる疲労破壊を確認しておくことも重要となることから静的疲労試験を実施した。使用したロープ系連続繊維補強材の種類はBであり、プレロードおよび導入緊張力を変化させて実験を実施した。実験要因を表-6に、実験概要を図-4に示す。

表-6 実験要因

No	プレロード(ton)	導入緊張力(ton)
1	9.0 (60)	11.25 (75)
2	9.0 (60)	9.75 (65)
3	9.0 (60)	8.25 (55)
4	12.0 (80)	11.25 (75)
5	10.5 (70)	9.75 (65)

( ) 内は公称破断荷重に対する%

6.2 実験結果および考察

実験結果を図-5および6に示す。プレロード量が緊張力よりも小さい場合には、緊張力の抜けあるいは一部の繊維の破断により緊張力が低下した。一方、プレロード量が導入緊張力よりも大きい場合には、急激な緊張力の低下は認められなかった。このことから、プレロードは所定の緊張力よりも5%程度高くしておく必要がある

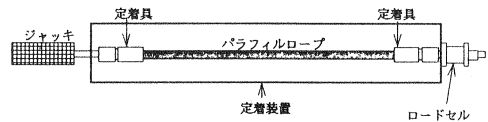


図-4 静的疲労試験装置

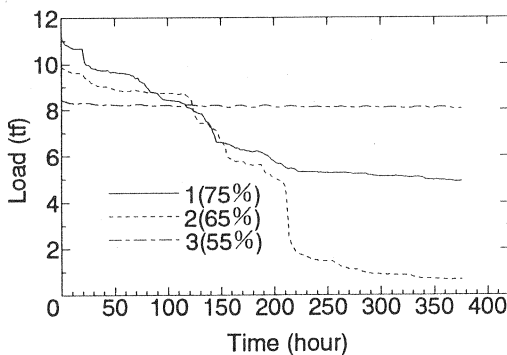


図-5 静的疲労試験結果

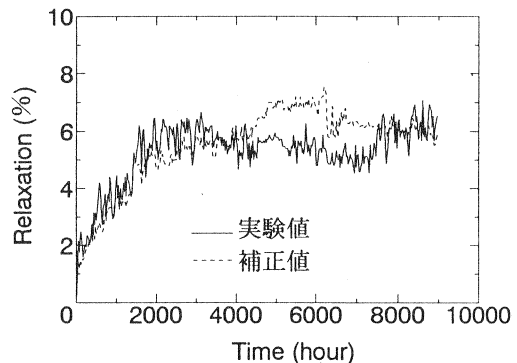


図-6 リラクゼーションの推定

と考えられる。一方、抜け出し等による緊張力の低下が認められていないNo. 3をもとにリラクセーション値Rの推定式を求めると式(1)となる。

$$R = 3.01 + 0.695 \log(X) \quad (\%) \quad (1)$$

この式(1)から、公称破断荷重の55%の緊張力を導入した場合の最終のリラクセーション値は6%程度と推定することができる。

## 7. まとめ

本実験から得られた結果をまとめると以下のようなになる。

- (1) 引張試験を実施する場合には60d+100以上の試験長が必要である。
- (2) 実破断強度は公称破断強度を下回る場合もあるので設計値は別途定める必要がある。
- (3) 曲げ配置による強度低下は、曲げ半径を150mm以上(φ13.5mmに対し)であれば顕著な低下は認められない。
- (4) 100℃程度までの高温を受けても、常温にもどれば顕著な強度低下は認められない。
- (5) 緊張材として用いる場合には、導入緊張力よりも大きな荷重でプレロードを行う必要がある。
- (6) ロープ系連続繊維補強材のリラクセーション値は6%程度である。

以上のように、プレストレストコンクリート用緊張材として適用することを前提としたロープ系連続繊維補強材の基本的性状について述べてきたが、今後は、更に太径のものについても実験を行いその性状についても把握していきたいと考えている。また、実構造物への適用を考慮した部材実験のデータも現在そろいつつある。本論文が、今後のロープ系連続繊維補強材をプレストレストコンクリート構造物へ利用する場合の参考となれば幸いである。

謝辞：本実験の一部は、埼玉大学大学院生山口統央君、高橋博威君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

## (参考文献)

- 1) 土木学会：連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用，コンクリートライブラリー72，pp. 132～143，1992. 4
- 2) 睦好宏史，町田篤彦：FRPを外ケーブルに用いたPCはりの力学的性状，土木学会論文集，No. 442/V-16，pp. 153～159，1992. 2