

FRPロッドをPC緊張材として用いる場合の 静的破碎剤によるアンカー定着について

長崎大学 工学部 ○正会員 原田哲夫
長崎大学 工学部 学生員 小坂英樹

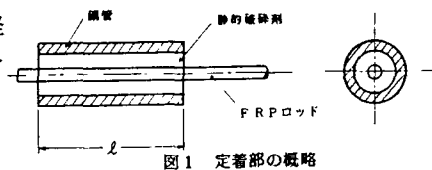
1. はじめに

最近、プレストレストコンクリート構造物の緊張材の抜本的な防食対策として、従来のPC鋼材から、カーボン、アラミド、ガラスなどの各繊維で作った繊維強化プラスチック製緊張材(FRPロッド)に置き換えて利用する方法についての研究が行われてきている。FRPロッドを緊張材として用いる場合の最大の問題点は、定着ならびに緊張方法をどのようにするかである。これまで定着には、接着剤で固定する方法、クサビ型定着具あるいは圧着摩擦型の定着具を用いる方法等が開発されているが、特に重要なのは、低荷重下における定着具付け根部分からの破断防止である。

一方、静的破碎剤は、水と練り混ぜるだけで、 300kgf/cm^2 以上の膨張圧が発現し、膨張圧の伝播は液体に似た挙動をすることが知られている。ここでは、均等でしかも高膨張圧であるという特徴が、FRPロッドの定着に利用できるのではないかと考え、実験的な検討を行った。

2. 実験概要

定着部は図1に示すように、施工性と経済性を考えて、鋼管(外径34mm, 内径27mm)中央部にFRPロッドを通し、その隙間に破碎剤を充填するだけで、破碎剤の膨張圧による付着力を利用して定着する。いわゆる付着定着法である。定着部が十分であるかどうかの検討は、まず、鋼管部をアムスラーのチャックでつかみ、ロッドの破断荷重または引抜荷重まで静的な引張試験を行った。



実際に用いたFRPロッドの補強用繊維は、カーボン繊維、アラミド繊維(以下それぞれCFRP, AFRPと略す)であり、諸元は表1に示す。比較のために、PC鋼材(ストランド $\phi 9.3$)、異形鉄筋についても同様な定着を行い、引張試験を実施した。

図2は緊張方法である。図1に示した鋼管表面にネジをきり(M33, ピッチ1.5) カプラーでつないで緊張する。部材への定着は、ナットで行う。この方法で、緊張力の経時変化を測定した。また、上記と同様の引張試験も行った。なお、膨張圧は、鋼管表面に貼付したひずみゲージから、荷重はロードセルにより測定し、実験は25℃の恒温恒室にて行った。

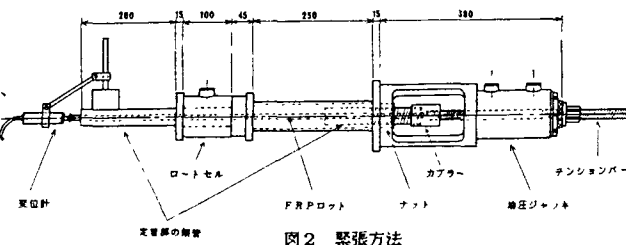


表1 FRPロッドの諸元

材料	径 (mm)	断面積 (mm ²)	比重	弾性係数 ($\times 10^5 \text{kgf/cm}^2$)	Vf (%)	引張耐力 (kgf)
AFRP (編組状)	8	45.5	1.27	0.650	47.0	6629
	8	22.5	1.38	0.656	34.0	3767
CFRP (丸棒状)	9.5	70.8	1.61	1.470	68.4	17818
	5	19.6	1.58	1.470	85.4	4743
CFRP (編組状)	8	45.6	1.43	1.212	50.9	8586
	8	22.5	1.60	1.025	50.9	4237

3. 実験結果および考察

3.1 CFRPロッド(ストレート)の場合 ロッド表面はなめらかで、付着はほとんど期待できないが、膨張圧あるいは鋼管長(定着長)によって、定着がどの程度確保できるかについて検討した。図3は、膨張圧 500kgf/cm^2 のときの $\phi 9.5$ の場合の引抜荷重と鋼管長の関係である。引抜荷重とは破断に至る前にロッドが急激

な滑り込みを起こした荷重をさす。引抜荷重と鋼管長は、比例していることがわかる。図4は、鋼管長(1)をパラメータとしたときの引抜荷重(T)と膨張圧(p)の関係である。

いま、 $T = 2\pi r l (\sigma_0 + \mu p)$ --- (1) が成り立つと仮定した場合、 $l = 15\text{cm}$ 、 35cm でそれぞれ $\mu = 0.23$ 、 0.21 となり、 μ は鋼管長によらずほぼ一定のようである。ちなみに、CFRPロッド(φ9.5)の場合、混合則によって算定される理論耐力に必要な定着長は、式(1)で $\mu = 0.22$ とおけば、 $l = 53\text{cm}$ となる。φ5の場合には、 $l = 15\text{cm}$ でロッドは破断し、定着は十分であった。なお、ストランドの場合は、CFRPロッドより低い荷重で滑り込みを起こしており、表面があたかもネジのような作用をしたためと思われる。

3.2 組紐状ロッド(CFRP, AFRP)の場合 上記の結果から、定着部をよりコンパクトなものにするためには、ロッドの付着を改善することが望まれる。その方法の一つとして、組紐状ロッドの場合について検討を行った。表2は、破断荷重の結果である。定着長 $l = 15\text{cm}$ 、 $p = 500\text{kgf/cm}^2$ である。AFRPロッドの場合、理論耐力にはほぼ等しい荷重で破断しており、定着効率は十分といえよう。CFRPロッド(φ5)の場合は、理論耐力の59%であるが、FRPロッド用に開発されたクサビ定着具の場合でもこれとほぼ同じ結果が報告されており、これはすべての供試体で、全断面にわたって繊維が層状に分裂し破断したことに関係があるものと考えられる。

今回の定着方法の特徴のひとつに、特殊な装置を用いなくても、容易にマルチプルケーブル方式とすることが可能なことがあげられる。すなわち、ロッドを数本ずつ束ねて鋼管内に配置するだけでよい。表2によれば、破断荷重は、1本の破断荷重のおよそ数倍になっていることがわかる。

3.3 緊張力の経時変化 AFRPロッド(8mm x 2本)の場合について、図2の要領で、鋼管にプレストレスを導入した場合の緊張力の経時変化を図5に示す。この場合、定着前の荷重は8.5tf(0.64 P_0)であり、ナット定着直後は8.0tfに減少した。今回の実験における65時間後の緊張力は、定着直後の86%に低下していた。

4. あとがき

今後、疲労性状などの問題が残されているが、静的破砕剤を用いたFRPロッドの定着は、十分行えるものと期待される。最後に、FRPロッドを快く提供していただいた旭化成工業株式会社 建材開発研究所、ならびに実験等に協力いただいた卒論生 児玉英士、近藤賢治両君に感謝の意を表します。

【参考文献】1) 西村他：緊張材としてのFRPロッドの引張耐力に及ぼす表面被覆の影響と破壊性状

土木学会年次講演概要集 (昭和63年10月)

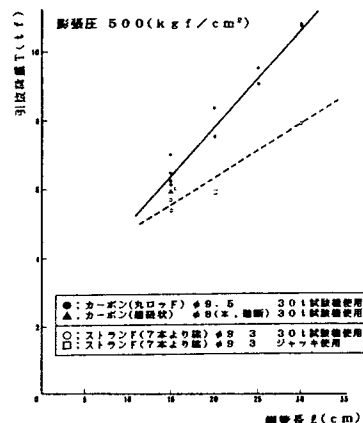


図3 引張荷重と鋼管長の関係

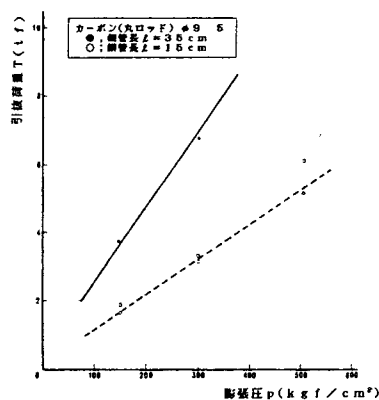


図4 引張荷重と膨張圧の関係

表2 破断荷重一覧

材料	直径(mm)	束の本数	72h-使用(kgf) (1/2t使用)	平均 (kgf)
AFRP (組紐状)	8	1	6650, 6550	6600
		2	13800, 13350 (12800)	13575
	8	1	3600, 3700	3650
		4	13000	13000
CFRP (組紐状)	8	1	6050, 5950 5530, 5725	5818
		2	11550, 11350 (10900)	11450
	6	1	2895, 2910	2903
		3	8500, 8575	8538
		4	10900	10900
CFRP (貝割り)	5	1	2900, 2700	2800
		4	11100, 11550 (10800)	11325
鉄筋	φ12	1	6650, 6625	6638
		1	10750, 10750	10750

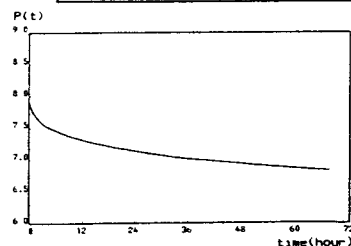


図5 緊張力の経時変化