

V-76

FRP ロッドの見掛けのリラクセーション率に関する研究

五洋建設機技術研究所 正員 ○内 藤 英 晴

五洋建設機技術研究所 正員 高 木 兼 士

1. まえがき

PC構造物の耐久性向上の一手段として、高強度を有し防食性に優れたFRP（Fiber Reinforced Plastic）を緊張材として用いることが考えられている。しかし、FRPをPC構造物に応用するには、緊張定着手段の決定をはじめFRPの材料特性とFRPを応用したPC部材の力学性状についての把握が必要となる。筆者らは前報¹⁾において、FRPロッドの種類と純リラクセーション率との関係などについて発表した。本報告はFRPロッドをPCばりに利用した時の、FRPロッドの種類と見掛けのリラクセーション率との関係について述べるものである。

2. 試験概要

FRPロッドの見掛けのリラクセーション率 γ を求めるために、図-1に示すポストテンション方式のアンボンドばりによる試験をおこなった。本試験ケースの一覧を表-1に示す。緊張材としては、アラミド繊維から成るAFRPロッドと炭素繊維から成るCFRPロッドの2種類を用いた。FRPロッドおよび各FRPロッドを構成する繊維素材の諸元を表-2に示す。AシリーズとBシリーズでは、FRPロッド1本当りの初期引張力 P_i とそのロッドの引張耐力 P_{max} との比がそれぞれ70%、50%となるようにしており、いずれのシリーズにおいても初期プレストレスが $50 \sim 55 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲に入るように、はり断面およびFRPロッドの諸元を決定した。なお、上記の条件を満たすためにはAFRPロッドとCFRPロッドの引張耐力 P_{max} を等しくする必要があるが、アラミド繊維と炭素繊維の引張強度が異なるので、両ロッドにおいてはロッド径 ϕ と繊維の体積含有率 V_f とを変えている。試験体に用いたコンクリートの配合は材令28日での圧縮強度が 400 kgf/cm^2 となるように定めた。試験体はコンクリート打設後4週間の水中養生をおこない、さらに1週間後にプレストレスを導入し、そのまま屋外に放置した。なおA、B両シリーズの試験体に加えて、Bシリーズ試験体と同一形状のはり1体を同時に製作し、これを乾燥収縮測定用試験体とした。さらに、これら試験体と同一場所において、クリープ試験も併せて実施した。

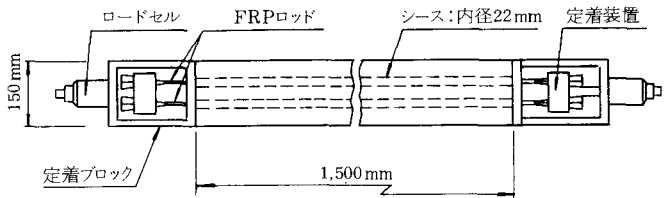


図-1 アンボンドばり試験体

表-2 FRPロッドおよび繊維素材の諸元

FRPロッドの諸元					繊維素材の諸元		
FRPロッドの種類	直径 (mm)	体積含有率 V_f (%)	引張強度 (kg/mm^2)	弾性係数 (kg/mm^2)	繊維の種類	直径 (μ)	引張強度 (kg/mm^2)
AFRP	6.0	70	195	5,800	アラミド繊維	12	285
CFRP	7.5	50	126	12,000	炭素繊維	7	250

表-1 試験ケースの一覧

記号	断面形状	FRPロッドの種類	ロッドの規格	ロッドの本数	ロッド1本当りの初期緊張力 P_i (ton)	初期プレストレス (kgf/cm^2)	P_i/P_{max} (%)
Aシリーズ	幅 20cm 高さ 15cm $A_c=285.6 \text{ cm}^2$	AFRP	$\phi 6 \text{ mm}$ $V_f=70\%$	4	3.863	54.1	70.0
		CFRP	$\phi 7.5 \text{ mm}$ $V_f=50\%$		3.865		
Bシリーズ	幅 15cm 高さ 15cm $A_c=210.6 \text{ cm}^2$	AFRP	$\phi 6 \text{ mm}$ $V_f=70\%$	4	2.764	52.5	50.1
		CFRP	$\phi 7.5 \text{ mm}$ $V_f=50\%$		2.764		

3. 試験結果および考察

FRPロッドの引張力減少率 β と経過時間 t との関係（ $\beta-t$ 曲線）を図-2に示す。なお測定データは試験開始後約6ヶ月間のものである。純リラクセーション試験での引張力減少率曲線は、測定開始後約100分頃から時間（対数）に対して直線関係を持つ¹⁾が、本試験での $\beta-t$ 曲線はコンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響により、時間（対数）に対してはやはり直線関係を持たなくなる。

プレストレス導入後の材令 $t = t_n$ における見掛けのリラクセーション率 r_n は次式で表わされる。

$$r_n = (\Delta \sigma_p^n - \Delta \sigma_p(c+s)) / \sigma_{pt} \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 $\Delta \sigma_p^n$ 、 $\Delta \sigma_p(c+s)$ ； $t=0$ から t_n までに生じる、ロッド引張応力度の全減少量およびコンクリートのクリープ・乾燥収縮によるロッド引張応力度の減少量、 σ_{pt} ；プレストレス直後のロッド引張応力度、である。図-2の $\beta-t$ 曲線と、乾燥収縮試験およびクリープ試験結果を用いて、式(1)により各時刻における見掛けのリラクセーション率を計算した結果を図-3、4に示す。同図には本試験で用いたAFRPおよびCFRPロッドについて、20℃の環境温度下で得られた純リラクセーション曲線も併せて示している。AFRPロッドの純リラクセーション率と見掛けのリラクセーション率とはほぼ等しくなっている。これはPC鋼材やCFRPロッドに比べて弾性係数の小さいAFRPロッドでは、コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響を受けにくいことを表わしている。図-3、4のリラクセーション曲線から、30年後におけるリラクセーション率を推定した結果を表-3に示す。AFRPロッドを用いた小林ら²⁾の研究では、30年後における見掛けのリラクセーション率および純リラクセーション率の推定値はそれぞれ14%、13.3%と両者はほぼ同じ値であり、本研究においても同様の結果となっている。したがって、弾性係数の小さいAFRPロッドを緊張材として用いる時には、見掛けのリラクセーション率の代わりに純リラクセーション率をそのまま用いても良いと考える。一方、CFRPロッドは弾性係数が大きいため、コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響を受けやすく、引張減少量から求めた見掛けのリラクセーション率は純リラクセーション率¹⁾の30~40%となっている。

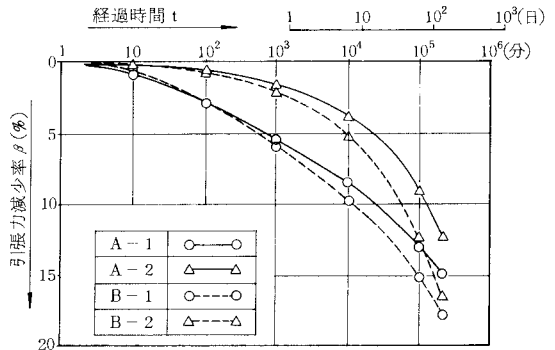


図-2 FRPロッドの引張力減少率

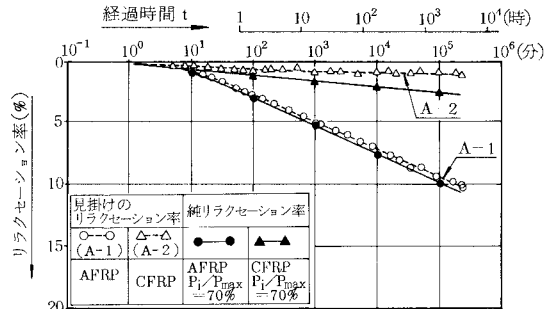


図-3 見掛けのリラクセーション率（Aシリーズ）

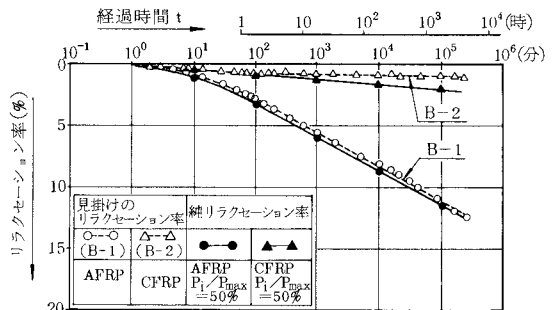


図-4 見掛けのリラクセーション率（Bシリーズ）

表-3 30年後のリラクセーション率の推定値

	見掛けのリラクセーション率の推定値（%）	純リラクセーション率の推定値（%）
AFRP	A-1	14.4
	B-1	17.0
CFRP	A-2	1.3
	B-2	1.1

〔参考文献〕

- ¹⁾ 内藤他；第41回全国大会 V-103, 1986, pp. 203~204
²⁾ 小林他；生産研究, Vol. 36, No. 8, 1984, pp. 24~27