

V-107 アラミド製FRPロッドの応力緩和特性

住友建設(株) 技術研究所 正会員 浅井 洋
 住友建設(株) 技術研究所 正会員 中井 裕司
 住友建設(株) 技術研究所 迎 邦博
 住友建設(株) 土木部 正会員 水谷 淳

1. まえがき

著者らは、アラミド製FRPロッド(以下、AFRPロッド)を緊張材あるいは補強材として使用する研究を進めこれを緊張材に用いた道路橋を建設するに至った。一般に、AFRPロッドは他の緊張材に比べリラクゼーションによる応力損失が大きいと言われている。その低減方法として有効な方法¹⁾が提案されているがその定量的な算定方法は得られていない。本研究は、AFRPロッドのリラクゼーションによる応力緩和率を低減させる緊張方法について述べ、応力緩和を推定する一手法を得ようとするものである。

2. 試験方法

本試験ではφ6mm異形AFRPロッドを使用し、ロッドの端部定着には付着定着体を用いた。試験体は図1に示すコンクリート製定着ブロックに定着した。緊張方法は、図2に示す荷重方法A、及び図3に示す荷重方法Bの2種類とした。荷重方法Aは定着応力度を変えた5ケースであり、荷重方法Bは再緊張の開始時間を変えた4ケースである。試験体の荷重速度は毎分20kg/mm²を目標とした。荷重応力度は平均破断応力度(Su=195kg/mm²)の80%(以下、初期応力度)であり、定着作業時間を約10分間設けたのち所定の応力度で定着した。各荷重方法の緊張ケースを表1、表2に示す。表中の数値は2本の試験体の平均値である。なお、S_Pはロードセルで測定した定着時のロッド応力度を示し、S_Lは図4に示すように定着時の歪ε₁に初期弾性係数E₁を乗じた値である。本試験は常温で行い、張力変化を端部ロードセルで測定し、定着後のロッド移動量を変位計で測定した。

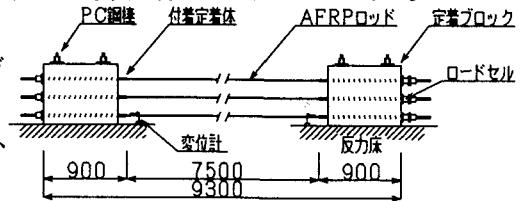


図1 試験体寸法

表1 荷重方法A

緊張ケース	目標定着応力度 (S/Su)	初期応力度 (kg/mm ²)	実測定着応力度	
			S _P (kg/mm ²)	S _L (kg/mm ²)
N	0.80	156 (0.8Su)	156	165
A-1	0.75		146	156
A-2	0.70		137	149
A-3	0.65		128	144
A-4	0.60		118	137

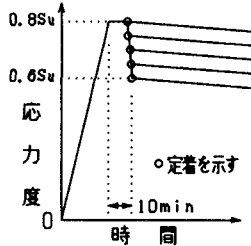


図2 荷重方法A

表2 荷重方法B

緊張ケース	目標定着応力度 (S/Su)	再緊張時間 (hr)	実測定着応力度	
			S _P (kg/mm ²)	S _L (kg/mm ²)
B-1	0.80	1	155	166
B-2		3	156	168
B-3		6	154	167
B-4		24	160	168

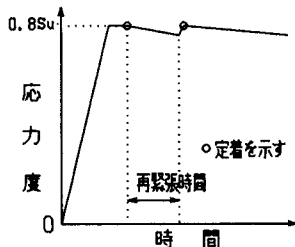


図3 荷重方法B

時の歪ε₁に初期弾性係数E₁を乗じた値である。本試験は常温で行い、張力変化を端部ロードセルで測定し、定着後のロッド移動量を変位計で測定した。

3. 試験結果及び考察

荷重方法Aによる応力度と歪の関係を図4に示す。荷重時の応力度-歪曲線は初期応力度に至るまではほぼ直線で示され、初期応力度を持続するとクリープ変形による歪の増加がみられる。また、荷重開始から初期応力度に至る応力度-歪曲線の勾配と初期応力度から定着応力度に至る曲線の勾配とは一致しない。

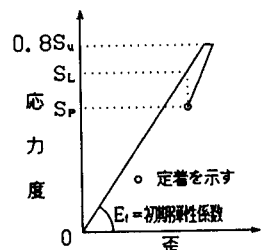


図4 応力度-歪曲線

応力緩和測定中の気温は約0~25°Cの範囲で変化したため、測定データは全て温度補正を行った。また、定着体先端部で測定したAFRPロッドの移動量はほとんどなく、本試験はほぼ純リラクセーション試験と考えられる。

荷重方法Aによる応力残存率(S_t/S_p)と時間(対数表示)の関係を図5に実線で示す。応力緩和率は除荷した応力度が大きいケースほど小さい傾向にある。荷重方法Bによる応力残存率(S_t/S_p)と時間(対数表示)の関係を図6に実線で示す。再緊張後の応力緩和率は、定着から再緊張までの時間間隔が長い試験体ほど小さい傾向にある。従って、荷重方法A及びBは応力緩和率の低減に有効な方法である。

次に、 S_L に対するt時間後の応力度 S_t の割合を図5、6に破線で示す。いずれの荷重方法をとっても曲線は定着後300時間付近より直線となり、全ての直線はほぼ一致する。従って、AFRPロッドのt時間後のロッドの応力は定着時の歪によって推定することができる。本試験の範囲では、t時間後のプレストレスは(1)式より推定できる。

$$S_t = S_L (0.95 - 0.031 \cdot \log t) \quad (1)$$

ここで、

S_t : 定着後t時間経過時のロッド応力

$$S_L = E_t \cdot \epsilon_t$$

E_t : 初期弾性係数 ϵ_t : 定着時歪

t: 定着後経過時間(hr)

以上の試験より得られた(1)式とAFRPロッドを緊張材に用いた実橋の張力変化を比較した。一例として、ポストテンション桁に直線配置したアウトケーブルの張力変化を図7に示す。アウトケーブルはφ6mm異形AFRPロッドを7本束ねたテンドンであり、ケーブル長は24.36mである。定着荷重は保証荷重(35.7tf)の70%である。図より実測値は(1)式より算出した値に良く一致しており、AFRPロッドのリラクセーションによる応力緩和は(1)式を用いることにより推定できる。

4. まとめ

- ①荷重方法A及び荷重方法BはAFRPロッドの応力緩和率の低減に有効である。
- ②AFRPロッドの応力緩和は定着時のロッドの歪によって推定することができる。

参考文献

1)小林, 趙, 西村, 中井: アラミド繊維を用いたFRPロッド緊張材のリラクセーション特性, 生産研究, VOL. 40, NO. 8, 1988.

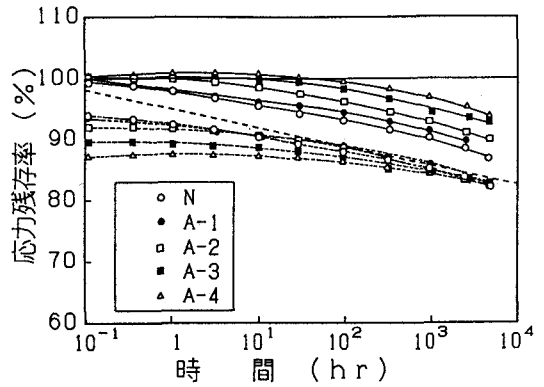


図5 荷重方法A

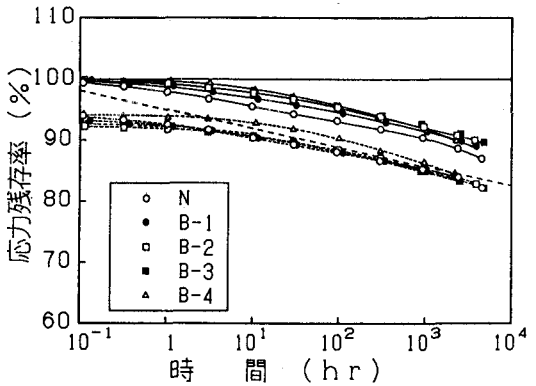


図6 荷重方法B

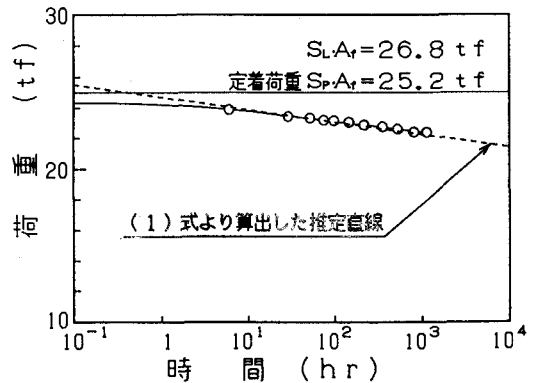


図7 アウトケーブル荷重経時変化