

静的破砕剤によるCFRPストランドの定着法とその長期特性について

長崎大学 工学部 正会員 ○原田哲夫
九州工業大学 工学部 正会員 出光 隆

1. はじめに

最近、FRPロッドを緊張材として用いる研究が盛んに行われているが、FRPロッドを緊張材として用いる場合の最大の問題点は、定着法にある。そこで、筆者らは静的破砕剤の高膨張圧、液圧的な圧力伝播という性質を利用したより確実で、簡便な定着法を開発し、これに関する基礎的な研究を行ってきた。今回は、緊張材にCFRPストランド(φ12.5)を使用し、本定着法をポストテンション方式(特にアンボンド、外ケーブル)として用いる場合に問題となる、長期特性、すなわち、長期においても緊張力が低下せず、定着部としての安定性を有しているかどうかについての実験的な検討を行ったので報告する。

2. 定着法の概要

CFRPストランドを鋼管(またはFRP管)に挿入し、そのすきまに静的破砕剤を充填するだけで、数時間後には硬化し、500kgf/cm²以上の高膨張圧の発生により、鋼管とCFRPストランドが一体となった定着体を得られる。(I)この定着体自体を緊張後、ナットで定着する方法、(II)定着体とする鋼管をあらかじめ定着すべき箇所(コンクリート中)に固定しておき、CFRPストランドを挿入緊張後、静的破砕剤を充填し、所定の膨張圧が発生した段階で緊張をゆるめ、この固定した定着体部分で反力をとって定着する方法が考えられる。FRP緊張材は、緊張時の伸びが大きく、現場では定着体自体に十分なひきしろをとることが困難になるため、その解決法として(II)を考えた。

表1 実験水準

試験体の種類	鋼管長 (cm) (有効定着長)	緊張最大荷重 (tf) (b) 定着体形成前	定着直後 (tf) (c) 定着時	定着方法
A	22 (21)	11.52	11.22	I
B		(11.46) (11.16)	(11.37) (9.81)	II
C	30 (29)	11.58	11.43	I
D	22 (21)	10.36	9.67	I
E		(11.27) (11.51)	(11.77) (10.30)	II
F	30 (29)	12.01	11.70	I
G	22 (21)	8.55	7.90	I
H	30 (29)	(11.86) (11.48)	(11.42) (10.85)	II

3. 長期荷重実験

3-1 実験概要

長期特性におよぼす要因として、(1)膨張材の種類、(2)定着鋼管長、(3)定着方法の違い、(4)緊張荷重の大きさをとりあげ、表1に示すA～Hの8供試体とした。膨張材には、従来からの静的破砕剤と新たに開発された定着用膨張材を用いた。緊張荷重の大きさは、破断荷重(16tf)の70%および50%である。実験は、図1に示す装置で行った。同図の上下がそれぞれ、2.で述べた定着方法(I)、(II)に対応する。緊張は膨張圧が

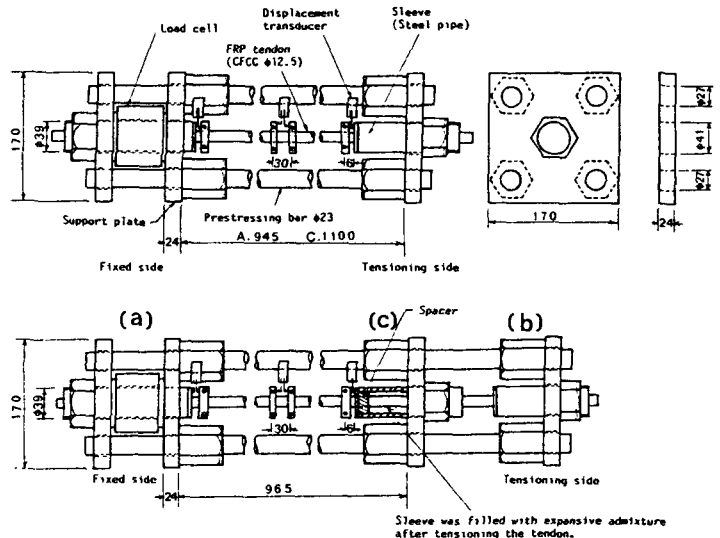


図1 長期用測定装置

500 kgf/cm²以上になった時点で、ナットで定着した。定着後の緊張力および口元変位 (u) の経時変化をそれぞれロードセル、クリップ型変位計で測定した。口元変位 (u) とは、定着部端部からの緊張材の抜け出し量である。実験はすべて25℃の恒温室で行った。

3-2 実験結果および考察

定着方法 (I I) の場合、表1に示すように (b) 端の緊張力を解放し、中央の (c) 端で定着させたときに約1 tf の低下がみられるが、これは実験装置の反力プレートとナットとのなじみに起因するものであり、定着部でのロスによるものではない。また、Dでは70%緊張時に定着部で緊張材が抜けだしたため、その時点でただちに定着を行った。しかし、一旦抜け出しが生じて、9.67 tf とかなり高い緊張力を保持でき、その後の低下も図4に示すように4%程度である。図3および図4は、それぞれA~C、D~Hについての定着後1900時間および1600時間までの緊張力の低下率の経時変化である。緊張力の低下率は、鋼管長が長いほうが小さく、定着方法 (I I) ではさらに小さく、2%以下となっている。図4、図5は口元変位の経時変化である。いま、口元変位実測値 u の経時変化は、最小自乗法を用い、式 (1) によって近似できる。

$$u(t) = \beta_1 (1 - \exp(-t/K_1)) + \beta_2 (1 - \exp(-t/K_2)) \quad (1)$$

口元変位は見かけ上緊張材が伸びたことに相当するから、これをクリープ変形とみなし、緊張力の低下率を $\Delta T/T$ との関係と求めると、

$$\Delta T/T = 1 - \exp(-\alpha \phi t) \quad (2)$$

α : 実験装置と緊張材との換算断面積比

ϕ : 時間 t における口元変位より求めたクリープ係数

$$\phi = (u_1(t) + u_2(t)) / (T L_0 / E A_p)$$

式 (2) で求めた値は、図2、図3の実測値と比較的よく対応していることがわかる。今回の実測値および計算値は、CFRPストランドの試験区間が80 cm に対する結果であるが、かりに10 mで、式 (1) で口元変位が予測できるとした仮定した場合、 $t = \infty$ における低下率は、最大でも0.5% となって、実用上はほとんど問題ない程度に小さいものとなる。

4. おわりに

口元変位の挙動と、静的破砕剤 (膨張材) の膨張圧特性との関係については今後の検討課題としたい。(謝辞) ご協力を賜った「膨張材による定着法研究会」に深謝いたします。

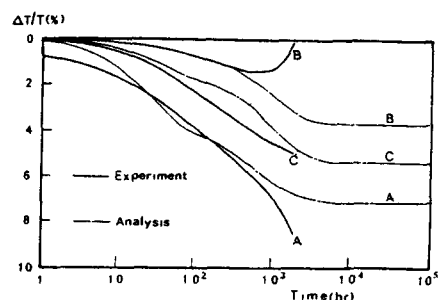


図2 緊張力低下率の経時変化 (静的破砕剤)

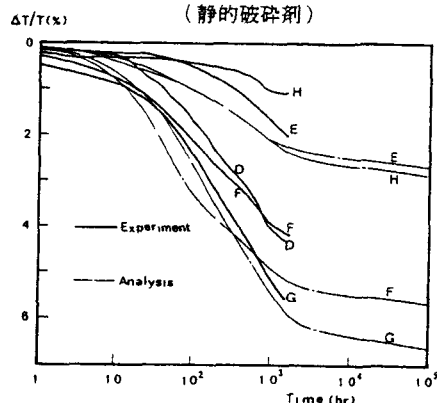


図3 緊張力低下率の経時変化 (定着用膨張材)

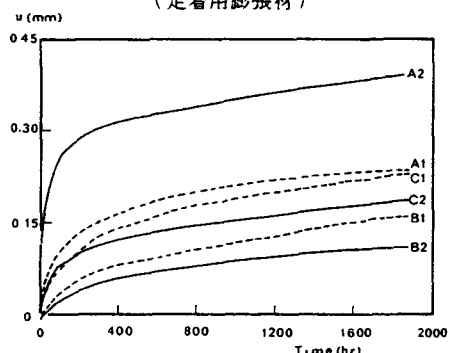


図4 口元変位の経時変化 (静的破砕剤)

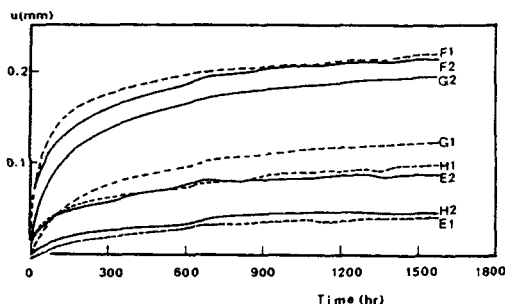


図5 口元変位の経時変化 (定着用膨張材)