

V-109

定着用膨張材を用いたCFRP緊張材定着部の疲労特性

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. まえがき

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。筆者らはこれまでに、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ている[1]。

本論では、本定着法をアンボンドポストテンション工法、外ケーブル工法の定着法として使用することを目的とし、その場合に問題となる定着部の疲労特性に関して、検討した結果について報告する。

2. 実験概要

図-1に示すように、CFRPストランド(φ12.5)を鋼管に挿入し、そのすきまに静的破砕剤(定着用膨張材)を充填するだけで、数時間後には硬

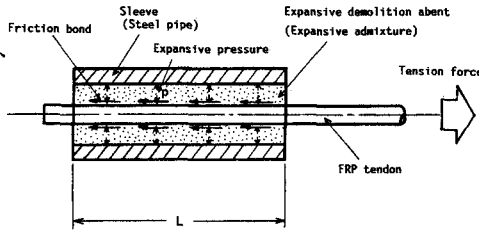


図-1 定着部の概要

化し、500kgf/cm²以上の高膨張圧が発生するため、鋼管とCFRPストランドが一体となった定着体を得られる。この定着体を図-2のように、それぞれ上下でカプラーを介して疲労試験機に接続し、直接引張疲労試験を実施した。鋼管長は22cm(有効充填長21cm)とした。定着部を含むCFRPストランド全長は、試験機のクリアランスの関係から72cmである。下限荷重は0.6P_u(P_u=14.5tf 保証破断荷重)以上とし、上限荷重は、荷重振幅との関係を考慮し、CFRPストランドの200万回疲労限内で、定着部にできるだけ荷重がかかるよう設定した[2]。

繰り返しによって、定着部からCFRPストランドの抜け出し、あるいは定着部口元での破断等が生じないかを観察するとともに、所定の繰り返し回数毎に試験機を止めて、0.5tfから上限荷重まで静的に載荷し、上下定着部間の変位(δ)を変位計(1/1000mm)によって測定した。0.5tfは、初期設定荷重である。CFRPストランドは、緊張時によりが戻り、破断荷重が低下するので、より戻り防止治具を取り付けた。定着には、静的破砕剤と定着用膨張材を使用した。定着用膨張材とは、従来の静的破砕剤をもとに、充填性および膨張圧の発現時間を定着用で改良したものである。なお、膨張圧が500kgf/cm²以上になるまで25℃の恒温室におき、その後疲労試験を開始した。

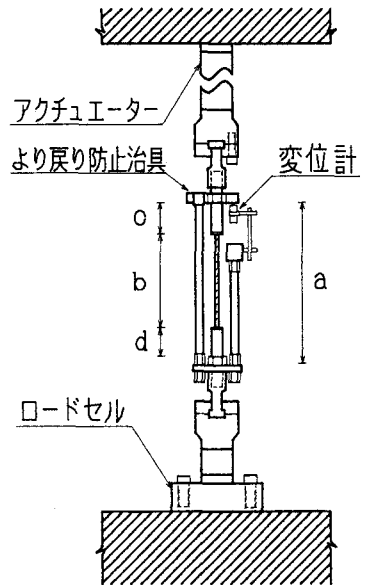


図-2 疲労試験概要

表-1 疲労試験用供試体および試験結果

供試体	膨張材の種類	上限荷重 (tf)	下限荷重 (tf)	繰り返し回数 (回)	静的破断荷重 (tf)	
B-F1	静的破砕剤	12.0	9.0	>200*10 ⁴	15.7	
B-F2		13.5	10.0	>200*10 ⁴	16.6	
NB-F1	定着用膨張材 NB-2 W/B=30%	13.5	10.0	2388*	/	
NB-F2				142847*		
NB-F3				1010*		
NB-F4		14.5	12.5	138*		
NB-F5		13.5	10.0	>200*10 ⁴		16.6
NB-F6		14.4	13.0	205*10 ⁴		/
NB-F7		13.5	12.0	>500*10 ⁴		14.4

3. 実験結果および考察

実験結果を一覧にして表-1に示す。NB-F1~NB-F4ではより戻りの防止が不十分であったため、CFRPストランドが疲労破断した。この場合の破断箇所はCFRPストランドのほぼ中央であった。NB-F6では、205万回でCFRPストランドが疲労破断を生じたが、それ以外の供試体では、すべて200万回疲労後において、定着部に異常はみられなかった。特に、NB-F7は、定着用膨張材の耐久性を検討することも目的として、膨張圧が500kgf/cm²以上に達した時点で、60℃(46時間)→110℃(24時間)→炉内徐冷(96時間)→-20℃(160時間)→110℃(48時間)→炉内徐冷(18時間)という過酷な環境下においた後の疲労試験であるが、500万回後でも定着部に異常は認められなかった。図-3は、各繰り返し回数毎の荷重~変位(δ)の関係の一例であるが、ほぼ直線状を示している。これは測定量のほとんどがCFRPストランドの弾性変形量であるためと考えられる。いま、その弾性係数は、繰り返し回数によらず一定とみなして、各荷重における弾性変形量ΔLを求め、 $u = \delta - \Delta L$ を定着部の変形量を含む口元変位(上、下両定着部からのCFRPストランドの抜け出し量)としてプロットしたのが、図-4(a)、(b)、(c)である。これらの図より、静的破砕剤、定着用膨張材の場合で差はなく、また繰り返し回数とともに、変位は徐々に増加していることがわかる。しかしながら、上限荷重が14.4tfの場合でも、200万回後の増加量は0.8mmとわずかであった。図-4(c)、NB-F5の場合、変位が半分以下と小さくなっているのは、約10.5tfで44時間緊張した後に、疲労試験を実施したからである。

4. あとがき

現時点での疲労試験の結果は少ないが、5体の供試体すべて、200万回まで定着部は健全であり、疲労に対する安全性がある程度確認できたものと思われる。

(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。

(参考文献)

- [1] 原田、出光、渡辺、高山：静的破砕剤を用いたFRP緊張材の定着方法、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp251~256、1990.10
- [2] 榎本、白鳥：炭素繊維複合材料ケーブル(CFCC)の引張疲労特性、土木学会第45回年次講演概要集、第5部 pp324~325、1990.9

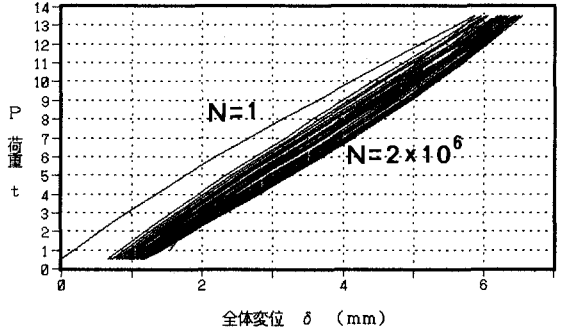
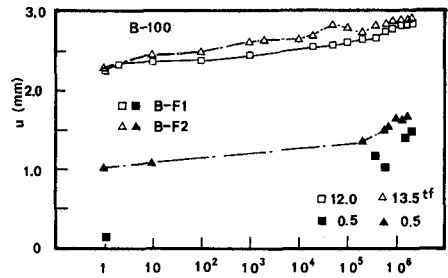
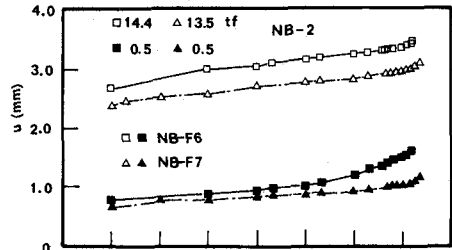


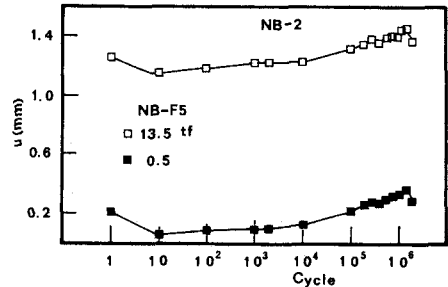
図-3 荷重~定着部間全変位の関係



(a) B-F1, B-F2の場合



(b) NB-F6, NB-F7の場合



(c) NB-F5の場合

図-4 繰り返しによる口元変位の変化