

V-490

コンクリートとFRPロッドの摩擦係数に関する実験的研究

鹿児島大学工学部 正会員 ○ミョーキン

同上 正会員 武若 耕司

同上 正会員 松本 進

(株)米盛建設 桑原 義博

1. はじめに

近年FRP（Fiber Reinforced Plastics）は、1)引張強度が高い、2)耐腐食性に優れている、3)軽量である、

4)非磁性体である、といった特徴を生かし、コンクリート構造物への利用、なかでもPC緊張材としての利用が検討されている。FRPロッドをプレテンション方式のPC構造物に適用する場合、その定着はコンクリートとの界面の付着によってなされており、その定着特性は、部材端面から残存緊張力が一定になるまでの距離“伝達長”によって判断するのが適している。これまで、

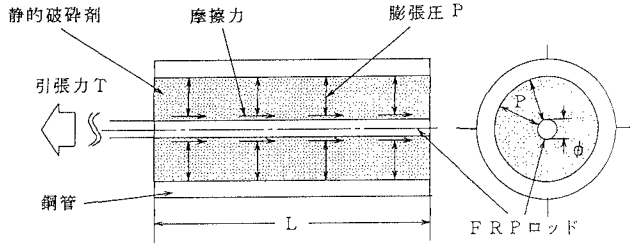


図-1 力の関係図

表-1 使用材料

名称	繊維の種類	Φ(mm)	表面形状
TC1	カーボン	5	より線
TC2	"	7.5	"
TC3	"	12.5	"
MA1	アラミド	6	組み紐
MA2	"	8	"
MA3	"	12	"

実験によりFRPロッドの伝達長は求められているが、この値を理論的に求めるには、各材料の径の大きさ、弾性係数、ポアソン比、摩擦係数、緊張材の緊張力、付着応力などの値が必要である。しかしFRPロッドのポアソン比、摩擦係数の値は現在まではっきりしていない。本研究では伝達長を理論的に求める際に必要となる摩擦係数を明らかにすることを目的とする。

2. 摩擦係数について

“摩擦力の大きさは、垂直抗力に比例する”という関係がある。そこで、図-1のように膨張圧 $P(\text{kgf/cm}^2)$ と付着応力

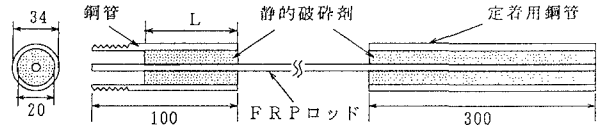


図-2 供試体詳細図（単位：mm）

$T/U_L(\text{kgf/cm}^2)$ [ここで、 $U=\pi \times \Phi$] との関係より摩擦係数 μ が求まる。

3. 実験概要

3-1 使用材料

実験に用いたFRPロッドを表-1に示す。炭素繊維で繊維の束をより線状に加工したTC、アラミド繊維で組み紐状に編み込んだMAをそれぞれ3種類の径、計6種類を用いた。

3-2 実験供試体および実験方法

図-2に実験供試体詳細図を示す。鋼管の中心にFRPロッドを配置して隙間に静的破砕剤を充填し、鋼管表面に貼付したゲージよりひずみの時間変化を測定した。この値と次式より膨張圧 $P(\text{kgf/cm}^2)$ を求めた。

$$p = \left\{ E_s (k^2 - 1) / (2 - \nu_s) \right\} \times \varepsilon$$

ここで、 E_s : 鋼管の弾性係数

k : 鋼管の外内径比（外径／内径）

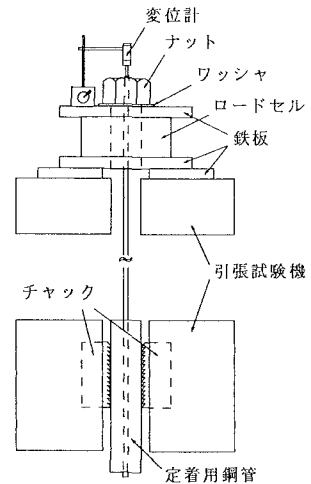


図-3 実験装置

ν_s : 鋼管のポアソン比
 ε : 鋼管円周方向ひずみ
 また定着用鋼管は 300mm と
 十分な長さに静的破砕剤を
 充填し、FRP ロッドの定着
 を確実にした。

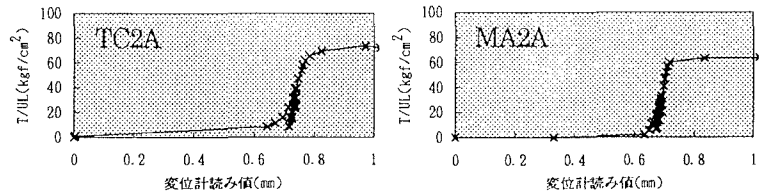


図-4 変位計読み値と T/UL の関係

実験方法は、図-3 のように引張試験機による引抜き試験を行った。

4. 実験結果と考察

図-4 に変位計の読み値と T/UL の関係を示す。これらのグラフは、まず変位計の読み値が増え、その変位計の読み値と T/UL は安定し、ある地点までくるとまた変位計の読み値が増えるという傾向があり、すべて図-5 のモデル図のように表せる。はじめの部分は試験機のチャックと鋼管の

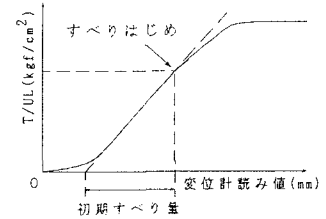


図-5 モデル図

つかまり具合などが影響したと考えられるので、その後の直線部分以降で考えた。直線部分の影を延長してその線からはずれた点をすべりはじめとし、その点の T/UL をすべりはじめ時の T/UL、その点までの変位計の読み値を初期すべり量とした。表-2 に各供試体の膨張圧、すべりはじめ時の T/UL も大きくなる傾向がみられる。また初期すべり量は同じ径の大きさではほぼ等しい値が得られた。これらの結果より、X 軸に膨張圧、Y 軸に T/UL をとると図-6 のようになりデータはほぼ直線上にのる。

表-2 各供試体の実験値

名称 (Φ mm)	膨張圧 (kgf/cm ²)	T/UL (kgf/cm ²)	初期すべり量(mm)	名称 (Φ mm)	膨張圧 (kgf/cm ²)	T/UL (kgf/cm ²)	初期すべり量(mm)
TC1A(5)	138	59	0.04	MA1A(6)	103	37	0.02
B	201	57	0.02	B	283	44	0.03
C	318	93	0.03	C	322	68	0.03
D	322	108	0.03	D	378	91	0.03
E	373	113	0.04	E	418	97	0.03
TC2A(7.5)	142	46	0.04	MA2A(8)	128	40	0.03
B	250	78	0.04	B	231	42	0.03
C	339	112	0.05	C	257	60	0.04
D	371	134	0.05	D	325	80	0.03
E	441	110	0.04	E	404	102	0.04
TC3A(12.5)	124	50	0.08	MA3A(12)	131	39	0.05
B	184	85	0.09	B	252	73	0.05
C	362	134	0.09	C	292	109	0.06
D	388	129	0.07	D	329	92	0.05
E	444	157	0.09	E	383	112	0.06

この直線の傾きが摩擦係数 μ となる。このようにして求めた摩擦係数と、ロッドの直径 ϕ を用いて表した初期すべり量を表-3 に示す。TC と MA では摩擦係数が異なるのはもちろんのこと、径の

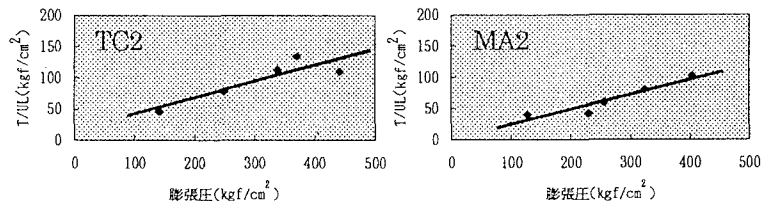


図-6 膨張圧と T/UL の関係

大きさによっても摩擦係数は異なっている。これはそれぞれの FRP ロッドの表面をよく見てみると同じ種類のロッドでも径が大きくなるにつれて表面が粗くなっているため、径が大きくなるにつれ摩擦係数も大きくなると思われる。また初期すべり量は径の大きさを用いて表すとほぼ同じような値で表せた。

表-3 各供試体の摩擦係数、初期すべり量

名称	摩擦係数	初期すべり量	名称	摩擦係数	初期すべり量
TC1	0.26	0.006 Φ	MA1	0.20	0.005 Φ
TC2	0.26	0.006 Φ	MA2	0.24	0.004 Φ
TC3	0.30	0.007 Φ	MA3	0.29	0.005 Φ

5. まとめ

静的破砕剤を用いて実験的研究を行った結果、実験の数が少なく確定的なことはいえないが、FRP ロッドの摩擦係数、初期すべり量についての基礎的な資料は得られたと考える。