

CFRP (UCAS) ロッドの U 型アンカー部の強度特性に関する実験的研究

九州大学工学部 学生会員 ○鳥巢 陽平

九州大学大学院 正会員 山口 浩平, 九州大学大学院 非会員 柴田 博之

九州大学大学院 正会員 日野 伸一, 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信

1 目的

新素材として注目されている CFRP は、高強度・軽量・耐食性などの特徴を有し、鉄筋や PC 鋼材の代替としてコンクリート構造物への適用を目的とした研究開発が進んでいる。本研究で対象とする CFRP ロッド (UCAS ロッドと呼称する (図-1).) は、九州大学で独自に製作された CFRP 配筋口ボットを用いて製作され、両端部に U 型アンカーを有し (図-2), 緊張用または部材結合用としての有用性が期待される。昨年度までに実施した UCAS ロッドの基本性能試験において、PC 補強材として十分な強度を保有するとともに、UCAS ロッドを PC はりに適用する場合、既存の PC 鋼材を用いた設計手法を適用可能であることが確認された。しかし、U 型アンカーの引張試験より、アンカー耐力は母材引張耐力の 60% 程度であることがわかった。そこで、本研究では、UCAS ロッドの利点を活かすために、U 型アンカーの耐力向上を目的として、アンカーの形状を変化させた U 型アンカーの引張試験を行い、アンカーの形状寸法による強度特性について検討した。

2 U 型アンカーの引張試験

2.1 供試体

UCAS ロッドの U 型アンカー耐力 224kN (引張強度 1967N/mm²) は、母材引張耐力 403kN の 55.6% である (表-1)。基準とする UCAS ロッドの寸法は両端部までの全長 2000mm、U 型アンカー内径 35mm、アンカー長さ 166mm、アンカー層高 18mm、アンカー層厚 4.4mm である (図-3)。UCAS ロッドのパラメータとして U 型アンカーの内径、長さ、層高を変化させる。基準とする供試体を Cφ2 (=CL1, CT2)、U 型アンカー内径が 25, 45mm の供試体を Cφ1, Cφ3、U 型アンカー長さが 250mm (基準供試体の 1.5 倍)、330mm (基準供試体の 2 倍) の供試体を CL2, CL3、U 型アンカー層高が 12, 24mm (層厚 6.9, 3.4mm) の供試体を CT1, CT3 とする (図-4)。引張試験は U 型アンカーに鋼製のピンを通し、ピンを治具で固定して行った。各パラメータの供試体につき 5 体の引張試験を行った。

2.2 試験結果

U 型アンカー耐力を表-2 に示す。同表中のアンカー耐力は供試体 5 体の平均値である。U 型アンカー耐力が向上したパラメータについて考えると、基準供試体よりも形状を大きくしたものがアンカー耐力は向上していることがわかる。一部、CL3 のようにアンカー長さが長すぎてもアンカー耐力は向上しなかったが、これらから推測できることは、アンカー全体を大きくするとアンカー耐力は向上すると思われる。



図-1 UCAS ロッド



図-2 U 型アンカー

表-1 UCAS ロッド諸元

ロッド直径(mm)		16.2
ロッド	引張強度 (N/mm ²)	1967
	引張耐力(kN)	403
U型アンカー	耐力(kN)	224
	ロッド引張耐力に対する比 (%)	55.6



図-3 基準供試体 (Cφ2, CL1, CT2)

	Cφ1	Cφ2	Cφ3
内径	φ 25mm	φ 35mm	φ 45mm
アンカー長さ	166mm	250mm	330mm
層高	t=12mm	t=18mm	t=24mm
層高に対応した層厚	層厚 6.9mm	層厚 4.4mm	層厚 3.4mm

*Cφ2, CL1, CT2は基準供試体と同じ寸法より、同一試験体とする。また、基準の供試体をCφ2(=CL1, CT2)とする。

図-4 供試体

図-5 にアンカー内径をパラメータとしたアンカー耐力を示す．内径を 45mm に大きくするとアンカー耐力は向上したが，基準供試体の 103%と大きな変化は見られなかった．内径がアンカー耐力に及ぼす影響は小さいということがわかった．

図-6 にアンカー長さをパラメータとしたアンカー耐力を示す．アンカー長さを 250mm に大きくした場合，249kN（基準供試体の 111%）とアンカー耐力は向上したが，アンカー長さを 330mm と大きくすると 222kN（基準供試体の 99.1%）とアンカー長さがアンカー耐力に大きく影響を及ぼすとはいえない．

図-7 にアンカー層高をパラメータとしたアンカー耐力を示す．本ロッドは 16.2mm の一定直径のものを使用している関係で層高を増加すれば層厚が減少する．層高 24mm（層厚 3.4mm）の場合，アンカー耐力は 270kN（基準供試体の 121%）と最も高いアンカー耐力を示した．また，U 型アンカー耐力に与える影響は，層高と層厚が最も大きいということがわかる．これは，層高を増加することによって鋼棒と接する面積が増加し，アンカーに作用する応力が減少するためであると考えられる．また，層厚が小さくなると，アンカー外縁と内縁の応力差が減少し，層厚が大きくなると応力差が逆に増大し，外縁部の繊維から破断するためであると考えられる．

また，基準供試体の FEM 解析結果より U 型アンカー部の応力集中は，鋼製のピンと接触し始めるアンカー部 CFRP の内縁部分と外縁部分であり，実際の破断個所に近い位置であった（図-8，9）．U 型アンカーの応力集中点から U 型アンカーが破断していると考えると，U 型アンカーを補強する際はこの応力集中を分散させる補強を施す必要がある．

3 結論

本研究では，U 型アンカー形状を変化させることにより，基準となる U 型アンカー耐力と比較して，最大で 121%まで向上する結果を得た．

しかし，U 型アンカーの母材耐力に対する比は最大で 67.0%であり，高强度材料である CFRP を PC 材に適用する際に，その性能を十分に発揮することはできない．よって今後は，部材結合，緊張力の導入を可能とする U 型アンカーのメリットを残しながら，U 型アンカーの応力集中部分を補強する方法を検討する必要があると考えられる．

参考文献 1) 許斐 信亮：自動製造された CFRP ロッドの引張特性と PC はりへの適用性に関する実験的研究，九州大学卒業論文，2006

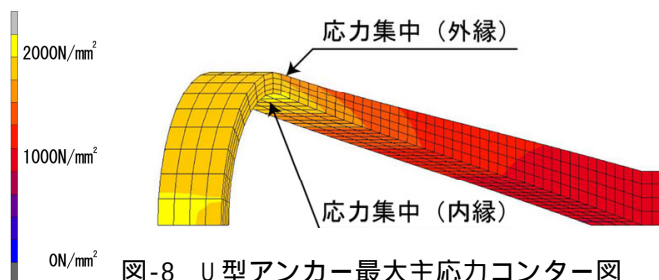


図-8 U 型アンカー最大主応力コンター図

表-2 U 型アンカー耐力

供試体名	アンカー耐力 [実験値](kN)	母材耐力 に対する比(%)	Cφ2アンカー耐力 に対する比(%)	保証耐力(kN)
Cφ2 CL1 CT2	224	55.6	100	179
Cφ1	198	49.1	88.4	141
Cφ3 CL2 CL3	230 249 222	57.1 61.7 55.0	103 111 99.1	- 223 184
CT1 CT3	130 270	32.2 67.0	58.0 121	114 234

*保証耐力=アンカー耐力(供試体5体の平均値)-3σ (σ:標準偏差)

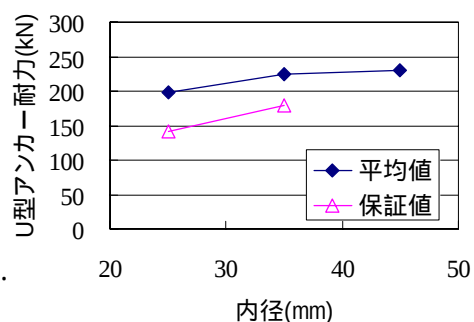


図-5 U 型アンカー内径の影響

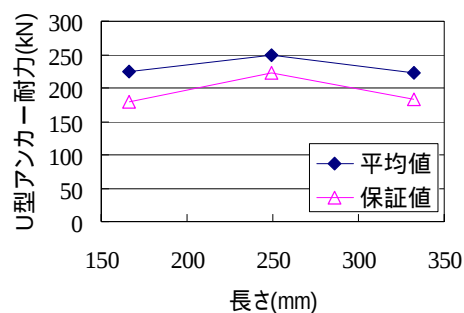


図-6 U 型アンカー長さの影響

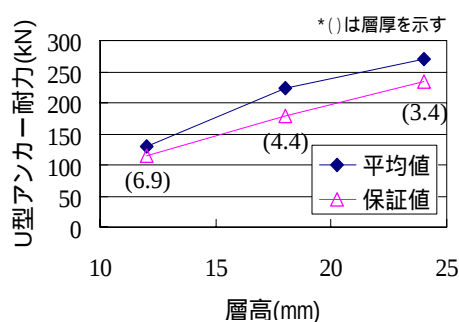


図-7 層高（層厚）の影響



図-9 U 型アンカー破断状況