

北海道大学大学院 ○ 学生員 山口隆一
北海道大学大学院 正 員 佐藤靖彦
北海道大学大学院 正 員 上田多門

1. はじめに

年々、耐震補強の重要性が増し、様々な耐震補強に関する研究がなされている。その耐震補強の手法の 1 つとして炭素繊維シート（以下 CFS）によるせん断補強がある。現在 CFS を鉄筋コンクリート（以下 RC）に用いた研究が数多くなされているが、その根本となる CFS 補強 RC 部材の一軸引張剛性に関する研究が欠如している。そこで、本研究では鉄筋降伏前における CFS 補強 RC 部材の一軸引張剛性に関する一考察をする。主な着目点は平均付着応力と Tension Stiffness であり、実験・数値計算の両面からアプローチすることを本研究の目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験条件

CFS で補強した RC 部材の一軸引張剛性に影響を及ぼすと考えられる CFS 量を実験条件として選んだ、3 体の CFS 補強 RC 部材の一軸引張試験を行った。実験供試体の諸元を表-1 に示す。

2.2 使用材料

CFS には高強度タイプを、コンクリートには早強ポルトランドセメントを用いた。詳細は論文¹⁾を参照されたい。

2.3 実験供試体

実験供試体の概要を図-1 に示す。詳細は論文¹⁾を参照されたい。

2.4 実験方法

載荷方法は、載荷フレームの中に実験供試体を水平に設置し、センターホールジャッキにより引張力を与える。詳細は論文¹⁾を参照されたい。

3. 解析概要

図-2 に数値計算をする上でのアルゴリズムをフローチャートとして示す。フローチャートの詳細な説明に関しては論文²⁾を参照されたい。

4. 実験結果と数値計算結果

4.1 平均付着応力—平均ひずみ関係

ひび割れ近傍では、CFS とコンクリート間の付着劣化が起こっていると考えられる。そこで、本研究の数値計算ではひび割れ近傍の最大付着応力を図-3 のように仮定した。

Table-1 Detail of Experimental Specimen

Specimen	f'_c (MPa)	p_s (%)	p_{CFS} (%)	p_{CFS}/p_s
S-3-0	29.0	1.27	0.00	0
S-3-1	30.6	1.27	0.13	0.09
S-3-2	32.2	1.27	0.20	0.19

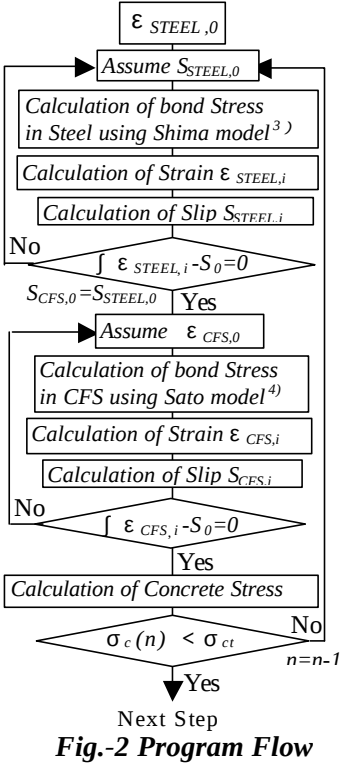
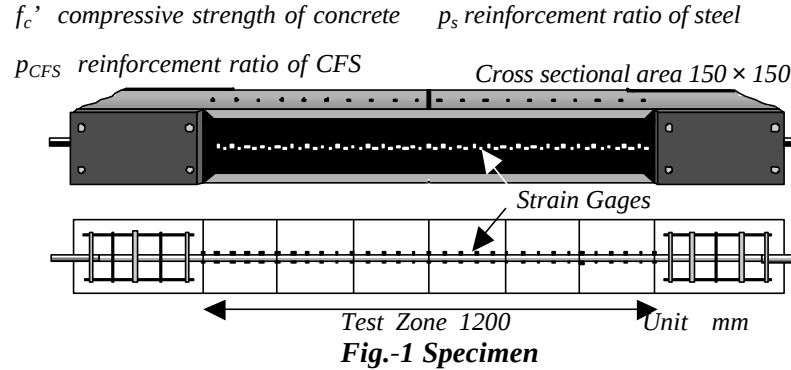


図-4に鉄筋とCFSの平均付着応力と平均ひずみの関係の実験結果を、図-5にそれらの解析結果をそれぞれ示す。実験、解析の両面から降伏前の鉄筋の平均付着応力はCFSで補強するとRCと比べて減少することが言える。また、CFS補強量が増えるほど減少すると言える。これはCFSで補強することにより、ひび割れ間隔が減少し、ひずみ分布がなだらかになることで付着応力が減少し、結果として平均付着応力が減少するものと思われる。

次にCFSの平均付着応力に関しては、CFS補強量が増えるほどCFSの平均付着応力が増加することが実験と解析の両面から確認できた。これは、CFS補強量の大きくなると剛性が大きくなり、付着応力が大きくなる。そこで結果として平均付着応力が大きくなるものと思われる。

4.2 Tension Stiffness

図-6にコンクリートの平均応力と平均ひずみの実験結果と解析結果を示す。実験結果ではCFS補強量が増加するとコンクリートの平均応力は減少することが見てとれる。これはCFSで補強することによりひび割れ間隔が減少し、鉄筋の付着応力が小さくなることに起因する。なお、解析において、RCの場合のコンクリート平均応力が実験より小さいのは、解析における平均付着応力が実際より小さく評価していること（図-4と図-5の比較）解析におけるCFS2層補強供試体の平均応力が実験より大きいのは、解析におけるCFSの平均付着応力が実際より大きいことによる。また定量化にあたっては、さらに検討を要する。

5 まとめ

CFS補強量が増加すると、鉄筋の平均付着応力は減少し、CFSの平均付着応力は増加することが、数値解析において確認することができた。また、CFS補強量が増加するとコンクリートの平均応力は減少することも数値計算で確認することができたが、その定量化にあたっては、更なる検討を要する。

6 参考文献

- 1) Y. Sato, K. Shouji, T. Ueda and Y. Kakuta, Uniaxial Tensile Behavior of Reinforced Concrete Elements Strengthened by Carbon Fiber Sheet, Proceedings of Fourth International Symposium on Fiber Reinforced Polymer Reinforcement for Reinforced Concrete Structures, SP-188, pp697-710, 1999.
- 2) 山口隆一、佐藤靖彦、上田多門; 鉄筋降伏前における炭素繊維シートで補強したRC部材の変形性状 土木学会北海道支部論文集, 第56号(A), 2000.2
- 3) 島弘、周礼良、岡村甫; マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係, 土木学会論文集, 第378号/V-6, 1987.
- 4) 佐藤靖彦、浅野靖幸、上田多門; 炭素繊維シートの付着機構に関する基礎研究, 土木学会論文集, 2000.5

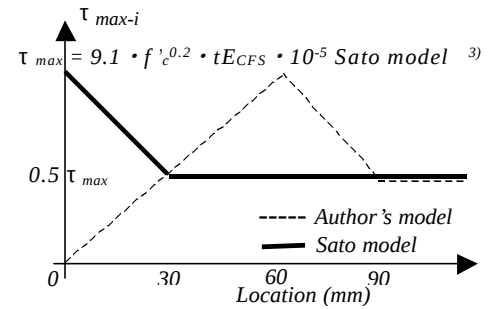


Fig.-3 Bond Deterioration

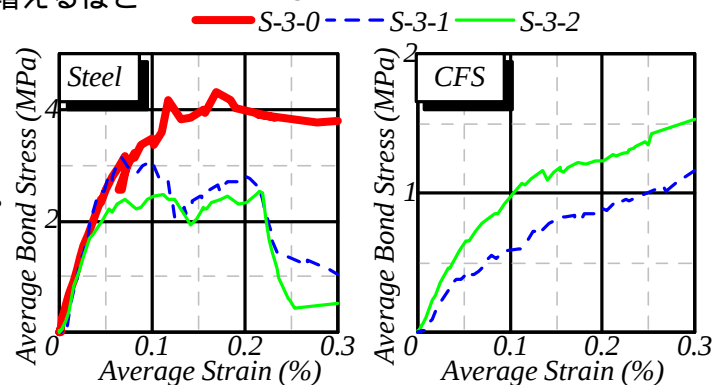


Fig.-4 Average Strain - Average Bond Stress Relation (Experimental Result)

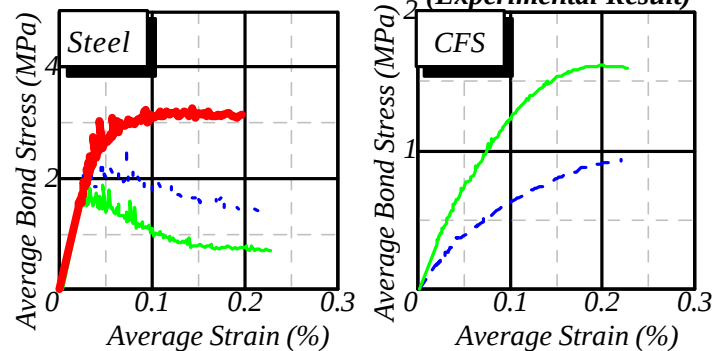


Fig.-5 Average Strain - Average Bond Stress Relation (Analytical Result)

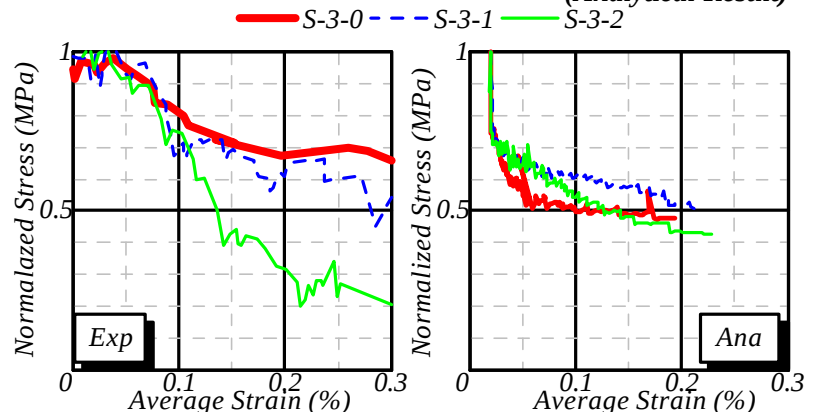


Fig.-6 Average Strain - Average Stress in Concrete Relation