

V-462 連続繊維補強材を用いたP C部材の解析手法に関する一考察

埼玉大学大学院 学生会員 山口統央

埼玉大学工学部 正会員 睦好宏史

ハザマ技術研究所 正会員 谷口裕史

ハザマ技術研究所 正会員 喜多達夫

1. はじめに

近年、鋼材の代替材料として連続繊維補強材（FRP）のコンクリート構造物への適用に関する研究が盛んに行われている。その中でFRPの高強度、高耐食性等の特性を有効に利用できる構造形式の一つとして外ケーブルP C部材があげられる[1]。筆者らは外ケーブルP C部材の曲げ性状は、ケーブルの伸びとケーブル位置のコンクリートの変形が梁全長にわたり等しいという適合条件を用いた精算法により解析することが可能となることを提案している[2]。しかし、コンクリート内部に引張補強筋としてFRPを用いた場合には、精算法によっても精度良い解析が行えないことが明らかとなった[3]。以上の観点から、本研究では、引張補強筋にCFRP、外ケーブルにロープ状アラミド繊維も用いたP C部材、緊張材にCFRPを用いたボンド式P C部材の曲げ性状を解析的に検討したものである。

2. 精算法による解析結果および見かけの張力-ひずみ関係

外ケーブル部材の荷重-変位関係の一例を図-1に示す[3]。引張補強筋に鋼材を用いた供試体図-1(a)では、精算法による解析値が曲げ性状を精度よく推定している。一方、引張補強筋にCFRPを用いた供試体図-1(b)、(c)の解析値（Calculated-1）は、引張補強筋が破断するときの変位を小さく評価しており、ひびわれ発生後の剛性は実験値と一致しない。そこで引張補強筋に添付したゲージから得られたひずみ、平面保持の仮定から求めた引張補強筋位置のひずみと荷重関係を求めた（図-2）。図に示すように荷重が同じ場合、引張補強筋に用いたCFRPのひずみは、同位置のコンクリートひずみより小さくなる。すなわち、変位の増大にともないCFRPの付着滑りが生じていると考えられる。そこで、実験結果と既往の研究[4]からCFRPの見かけの張力-ひずみ関係を図-3に示すように仮定し解析を行った。(a)区間は、CFRPとコンクリートの付着性状が良好であり弾性係数および破断応力は特性値とほぼ同じ場合。(b)区間は、コンクリートとCFRPの間で付着切れが発生し、見かけの弾性係数が低下する場合。(c)区間は、(b)区間よりも付着性状および見かけの弾性係数が低下し、ある点でひびわれ断面から抜け出しが生じ、あたかも降伏したかのような場合を想定している。以上の張力-ひずみ関係から各CFRPの応力-ひずみ関係を求め、これを用いて解析した補正解析値（図-1(b),(c)）（Calculated-2）は実験値をよく推定している。

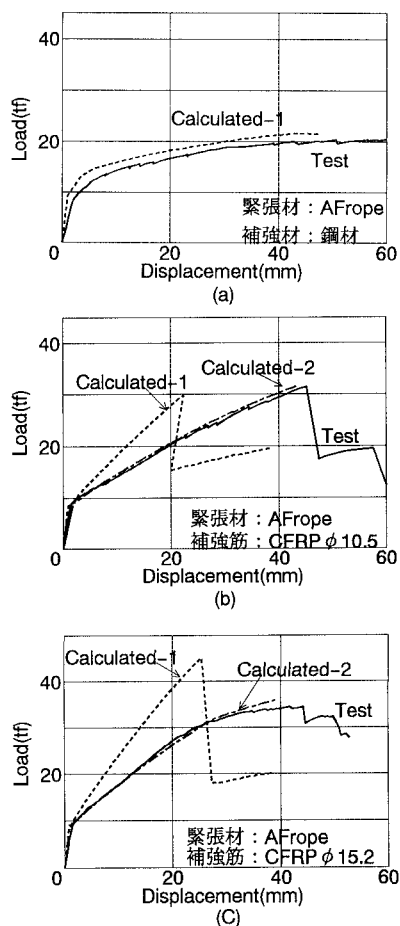


図-1 荷重-変位関係

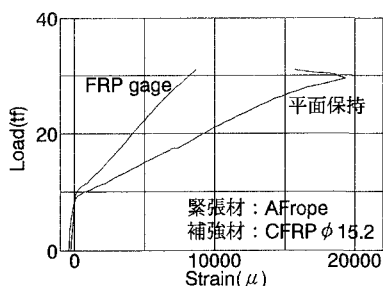


図-2 荷重-ひずみ関係

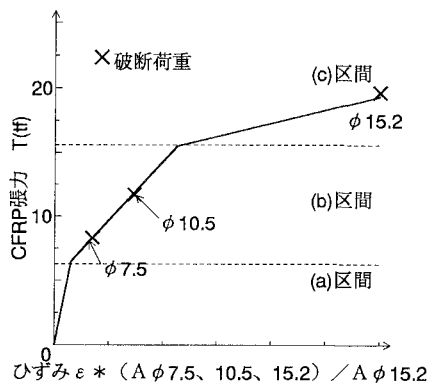


図-3 見かけの張力-ひずみ関係

3. 見かけの応力-ひずみ関係のボンド式P C梁への適用

仮定したCFRPの見かけの応力-ひずみ関係を検証する目的で、緊張材にCFRPを用いたボンド式P C梁の荷重-変位関係を図-4に示す[5]。図に示すように補正解析値(Calculated-2)は、ひびわれ発生後の曲げ性状をよく推定している。すなわち、コンクリート中におけるCFRPのすべりを考慮した見かけの応力-ひずみ関係を仮定することにより、精度よく曲げ挙動を解析することができる。また、緊張材にCFRP、引張補強材に鋼材を用いたボンド式P C梁[6]の荷重-変位関係を図-5に示す。CFRP本来の応力-ひずみ関係を用いた解析値は、実験値よりかなり早い変位段階でCFRP緊張材が破断する、これに対し、見かけの応力-ひずみ関係を用いることにより、CFRPの破断時の変位をかなり精度よく推定することが可能となる。

4. まとめ

本研究結果をまとめると以下の様になる。

- (1) 引張補強筋にFRPを用いた場合、FRPに高張力が作用すると、コンクリートとの付着切れが生じ、これが部材全体の曲げ挙動に大きく影響する。
- (2) 上で述べたFRPの付着切れを考慮した見かけの張力-ひずみ関係を考慮することによりFRPを引張補強筋に用いた部材の荷重-変位関係を精度よく求めることができる。
- (3) FRPをボンド式P C梁の緊張材として用いる場合でも、見かけの張力-ひずみ関係を適用することにより、曲げ挙動をさらに精度よく求めることができる。

[参考文献][1] 睦好、町田：FRPを外ケーブルに用いたP C梁の力学的性状及び曲げ耐力、土木学会論文集、No442/V-16、pp.153~159、1992.2

- [2] 土田、睦好、谷口、町田：新素材を外ケーブルに用いたP Cはり部材の曲げ解析、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp.758~759、1993.9 [3] 山口、睦好、谷口、喜多：ロープ状新素材を用いたノンメタルP C部材の研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.16、1994、投稿中 [4] 菅、島、本間：片引き試験による連続繊維補強材の局所付着応力-すべり関係、コンクリート工学年次論文集、Vol.15、No.2 pp.859~864、1993.6 [5] 大野、柿沢、岩清水、中井：炭素繊維補強材を用いたはり部材の曲げ靱性に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.14、No.2 pp.689~694、1993.6 [6] 米倉、田澤、中山、永田：FRPロッドを緊張材として用いたP C梁の曲げ性状、コンクリート工学年次論文集、Vol.13、No.2 pp.737~742、1991.6