

下面増厚工法における定着アンカーの抵抗メカニズム

北海道大学大学院工学院 学生会員 ○土田 僚
浙江大学 張 大偉
北海道大学大学院工学研究院 正会員 古内 仁
北海道大学大学院工学研究院 フェロー 上田 多門
BASF ジャパン株式会社 田村 哲也
株式会社デーロス・ジャパン 林 承燦

1. はじめに

社会基盤施設として耐久かつ経済的であるコンクリート構造が多く作られてきたが、近年交通荷重の増大や雨水の浸透、老朽化などが原因となって劣化や損傷が起こり、補修や補強など維持管理の重要性が高まってきている。橋梁床版の補強方法の一つに下面増厚工法がある。この工法は床版下面に補強筋を設置しモルタルを吹き付ける補強工法であり、交通を開放したまま施工できるといった利点がある。しかし、増厚という方法をとるため、増厚部が剥離してしまったり、既設部の主鉄筋に沿ったひび割れが発生したりすることがある。

本研究では、下面増厚端部にアンカー筋を施工することにより、主鉄筋に沿って発生する割裂破壊の耐力の向上を目的とし、アンカー筋の位置、長さ、本数の影響を確かめることとする。

2. 実験概要

実験供試体の形状寸法を図 1 に示す。各供試体におけるアンカーの配置位置と長さを表 1 に掲載する。既設梁部（断面 150×120mm、材齢 32 日、コンクリート圧縮強度 31.8N/mm²）には、引張鉄筋、圧縮鉄筋に D10 (SD295A) 異形鉄筋を 2 本ずつ配置した。また、

せん断補強筋として D10 異形鉄筋スターラップを 50mm 間隔で配置した。また、割裂破壊が起こる場合にひび割れ間隔と位置を固定するため、既設梁下部にノッチを事前に入れた。その後、既設部の下面を目粗しした後、下面増厚補強を行った。増厚部は、全厚 10mm で、補強筋には FRP 格子筋（断面積 26.4mm²、引張強度 1400N/mm²、弾性係数 100,000N/mm²、筋ピッチ 50×50mm）を使用した。増厚モルタルには既往の研究¹⁾より補強効果の大きい HPFRCC（材齢 28 日、圧縮強度 30.1N/mm²）を、短繊維混入率 1.7vol%(PE と PVA 繊維混合)で使用した。下面増厚後に、所定の位置にアンカー筋を施工した。アンカー筋には D10 異形鉄筋を用い、エポキシ系樹脂（引張せん断強度 15.4N/mm²）を充填して施工し

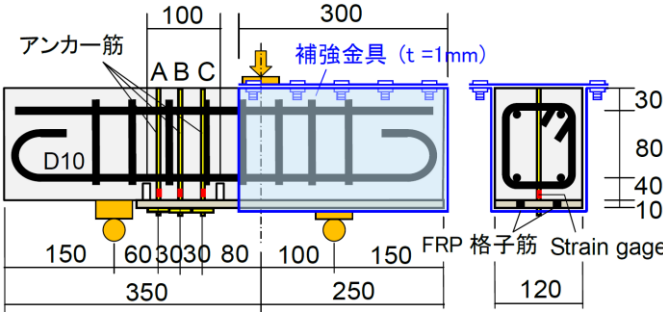


図 1 実験供試体

表 1 実験変数および実験結果

供試体名	アンカー筋		実験値		計算値		備考
	配置位置	長さ (mm)	最大荷重 (kN)	破壊モード	付着割裂耐力 (kN)	曲げ耐力 (kN)	
N2	—	—	128.2	割裂破壊	130.3	168.9	
A4	A	120	207.8	曲げ破壊	287.8		
A5	A	150	188.5	曲げ破壊	398.5		
A6	B	120	198.0	曲げ破壊	182.4		
A7	A	90	(180.7)	(曲げ破壊)	177.1		参考値
A8	A および C	120	185.0	曲げ破壊	329.8		
A9	A および C	150	208.8	曲げ破壊	456.6		

キーワード 下面増厚補強, HPFRCC, FRP 格子筋, 割裂破壊, 曲げ破壊, トゥースモデル

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学院 TEL 011-706-6182

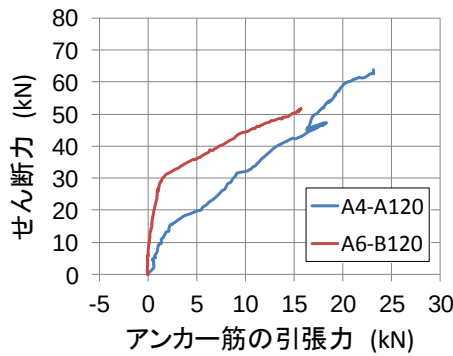


図2 アンカー筋位置の比較

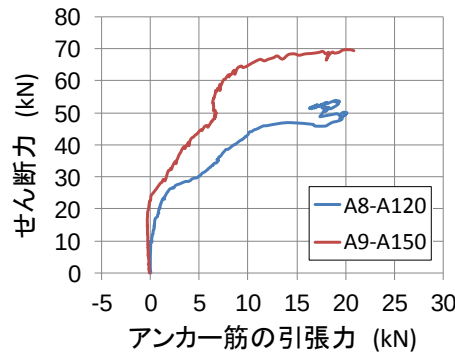


図3 アンカー筋長さの比較

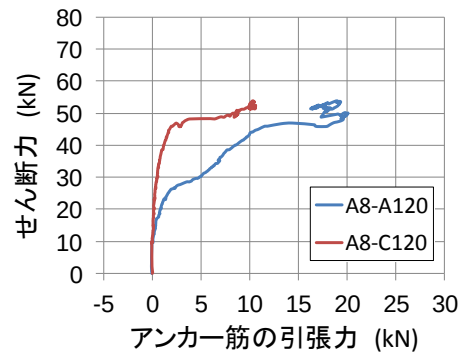


図4 アンカー筋2本の場合

た。アンカー筋にはひずみゲージを設置した(図1参照)。供試体を単純支持し、上面に静的荷重を作用させて試験を行った。

3. 実験結果

最大荷重と破壊モードを表1に示す。A7については、試験中に増厚部が支持板に接触したため参考値として掲載する。N2(アンカー筋なし)ではおよそ主鉄筋の高さで水平方向の割裂破壊が起こったが、それ以外のすべての供試体では終局に至っても割裂破壊は起こらなかった。

3.1 アンカー筋の引張力

図2は、アンカー筋位置の違いによる比較である。アンカー筋の引張力は、ひずみの実測値から算出した。増厚端部から遠い位置B点(A6)よりも近い位置A点(A4)に入れたアンカー筋の方が、載荷始めから終わりまで大きな引張力が作用しているため、アンカー筋の効果が大きいことがわかる。

図3は、アンカー筋の長さによる比較の1例である。この図はA点での比較であるが、載荷始めから終わりまで短いアンカーの方が大きな引張力が作用している。図には示していないが、C点における比較では、載荷当初では長い方のアンカー筋の引張力が大きく、途中から短い方のアンカー筋に作用している引張力が大きくなった。今回の実験からは、アンカー筋長さによる明確な傾向はつかめなかった。

図4は、アンカー筋が2本入っている時の各アンカー筋に作用している引張力の比較の1例である。この図から、増厚端部に近い位置(A点)の方が遠い位置(C点)のアンカー筋よりも大きな引張力が作用している。したがって、増厚端部に近い位置にアンカー筋を入れた方が、効果が大きいと言える。

3.2 割裂破壊耐力の検討

下面増厚補強はりの割裂破壊耐力に関しては、

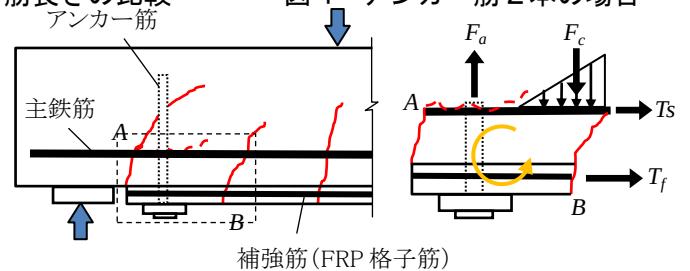


図5 トゥースモデルの概念図

Zhang²⁾らによってトゥースモデルを応用した計算モデルが提案されている。このモデルは、図5に示すように、増厚部の補強筋に引張力(T_f)が発生することで、トゥース内で局部曲げ応力が作用し、その引張応力によって剥離や割裂ひび割れを起こさせるという理論である。このときのひずみは平面保持を仮定している。なお、アンカー筋の引き抜け耐力(F_a)は、充填された樹脂の付着破壊を仮定している。割裂破壊耐力の計算値を部材の曲げ耐力と併せて表1に掲載する。実験値と計算値の比較から、アンカー筋のないN2は割裂破壊耐力が曲げ耐力を下回り、アンカー筋を入れたすべての供試体は割裂破壊耐力が曲げ耐力を上回ることとなり、計算値は実験結果に整合することが確認された。

4. おわりに

下面増厚工法において、アンカー筋を施工することによって割裂破壊耐力が向上することが確認された。また、アンカー筋を入れる位置については増厚端部に近い場所の方が、効果が大きい傾向がある。

参考文献

- 1) 山本健太ほか：FRP格子筋とHPFRCCを用いた下面増厚補強梁の静的載荷試験，年次学術講演会講演概要集 第5部，第65巻，pp.1185-1186，2010
- 2) Zhang, D.W., Ueda, T. and Furuuchi, H.: Concrete Cover Separation Failure of Overlay Strengthened RC beams, Journal of Construction and Building Materials, 2011