

下面増厚工法における定着アンカーの補強効果

北海道大学大学院 工学院 学生員 ○ 江口 直也
 北海道大学大学院 工学研究院 正 員 古内 仁
 (株)デーロスジャパン 林 承燦
 BASF ジャパン(株) 建設化学品事業部 田村 哲也

1. はじめに

既往の研究¹⁾では、下面増厚工法において、増厚部端部にアンカー筋を施工することにより割裂破壊の耐力が向上することが確認されている。本研究では、下面増厚端部に設置するアンカー筋の長さおよび位置を変数として実験を行い、アンカーによる補強効果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とひずみゲージの位置を図1に示す。既設梁部は 150×120mm の矩形断面で、コンクリートはレディミクストコンクリート（早強、呼び強度 24，スランプ 15cm，最大骨材寸法 20mm）を用いて作製した。コンクリートの圧縮強度は、材齢 41 日で 30.2N/mm²である。供試体には、図1に示すように引張鉄筋、圧縮鉄筋として D10 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 8 本配置した。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/mm，弾性係数 100,000N/mm，筋ピッチ 50×50mm）を使用した。増厚モルタルには HPFRCC（材齢 25 日，圧縮強度 39.4N/mm²）を使用した。下面増厚後に、所定の位置にアンカー筋を施工した。各供試体におけるアンカーの配置位置と長さを表1に記載する。アンカー筋には D10 異形鉄筋の端部に M12 ネジを溶接したものを用いた。供試体の所定の位置に予め孔を空けておき、アンカー筋を挿入してエポキシ系樹脂（引張せん断強度 15.4N/mm²）を充填して施工した。また、増厚端部とそこから 100mm 離れた位置にひび割れ誘発目地として 1mm 厚のスリット板を設置した。表1中の有効長は既設部引張鉄筋位置からアンカー筋頂部までの長さである。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。

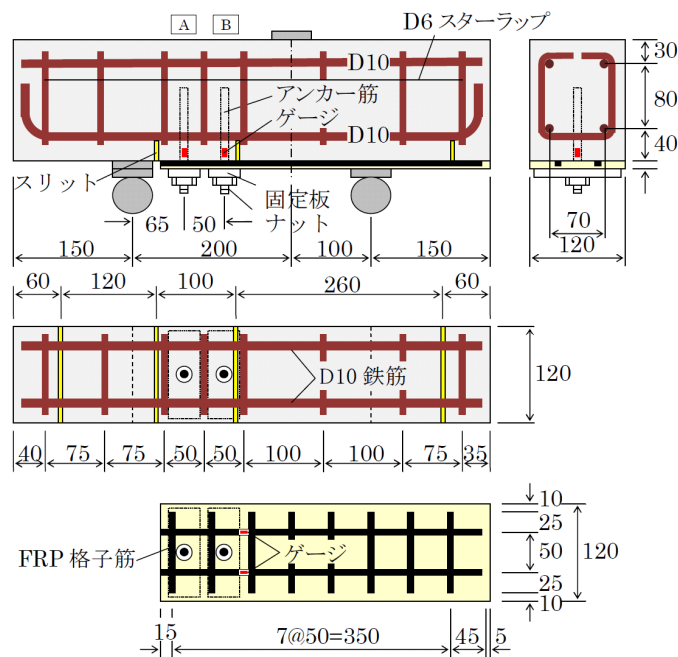


図1 供試体形状寸法

表1 実験変数および実験結果

供試体	アンカー筋の諸元			最大荷重 (kN)
	配置位置	全長 (mm)	有効長 (mm)	
EA0	—	—	—	94.9
EA7	A	70	10.4	110.6
EA8	A	80	25.0	128.2
EB8	B	80	24.5	142.9

3. 実験結果および考察

3.1. 破壊形式 すべての供試体で写真1に示すような主鉄筋の高さで水平に割裂破壊が起こった。アンカー筋を配置した供試体では、実験終了後にアンカー部分を確認したところ全ての供試体でアンカー筋が樹脂ごと拔出していることが確認された。

3.2. FRP 筋の引張力 図2は、Zhang²⁾らによって提案されているトゥースモデルを応用した割裂破壊モデルである。このモデルは、ひび割れが発生した一つの

キーワード 下面増厚工法，割裂破壊，トゥースモデル，アンカー筋，有効長

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)

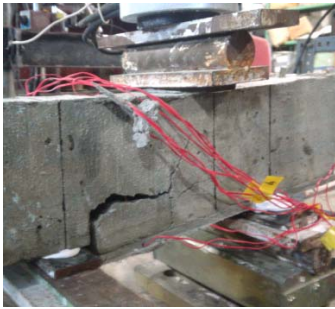


写真1 破壊状況 (EA0)

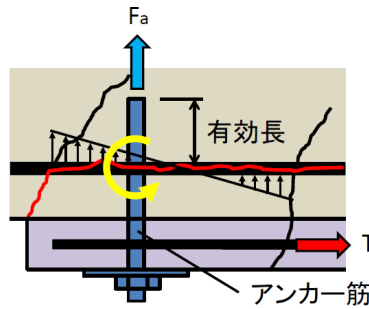


図2 Tooth モデル概念図

区間 (トウス) に注目して、増厚部の補強筋に作用する引張力 T_f によりトウス内に発生した局部曲げモーメントによって、主鉄筋の高さに沿って水平な割裂破壊が発生するという理論である。

図3および4は、FRP 筋の引張力 T_f を示したものである。図の丸で示した箇所において増厚部とかぶりコンクリートが一体となって分離したため、引張力が解放されたものと考えられる。この点を割裂破壊が発生した荷重と定義した。

図3は、アンカー筋の有効長の違いを比較したグラフである。供試体 EA0 に比べて EA7 と EA8 の割裂耐力が大きくなっている。さらに有効長の長い供試体 EA8 は、EA7 に比べて割裂耐力が大きい。この結果、下面増厚工法において、アンカー筋を挿入することで割裂耐力が上昇し、有効長が長くなるほど大きくなることが示された。

図4は、アンカー筋がほぼ同じ有効長であり、挿入した位置が異なる供試体を比較したグラフである。いずれの供試体でも荷重が 125kN 付近で FRP 筋引張力が低下しているが、供試体 EB8 については再び荷重が増加している。これは、一つ目のトウスで割裂破壊が起こったが、その後ひび割れが二つ目のトウスに到達したとき、

B 点に挿入したアンカー筋によって破壊面が支えられているものであり、その後終局を迎えたものだと考えられる。

3.3. アンカー筋の引張力 図5はアンカー筋の引張力 F_a の比較を示したものである。全ての供試体において、前述の FRP 筋引張力と同様の理由によって丸で示した箇所でアンカー筋の引張力が低下している。また、全ての供試体において、アンカー筋引張力が増え始める荷重は約 50kN であるが、これは FRP 筋引張力の増加が鈍化する荷重より少し小さい。したがって、割裂ひび割れが発生し始めた後に、割裂破壊面に生じている局部曲げモーメントの引張力の一部をアンカー筋が受け持っていると考えられる。

有効長の違いによるアンカー筋引張耐力の違いについては、供試体 EA7 と EA8 および EB8 の比較から、有効長が長い方ほど若干耐力が大きくなるが、アンカー筋の施工精度のばらつきから明確な傾向を見いだせなかった。

4. おわりに

下面増厚工法において、増厚端部に配置されたアンカー筋の割裂破壊に対する補強効果が確認できた。実験結果から、増厚端部補強筋の引張力によって生じる割裂破壊面の局部曲げ応力の一部をアンカー筋が受け持つことが示された。しかし、施工精度のばらつきから、アンカー筋の引張耐力を定量的に評価するには至らなかった。

参考文献

- 1) 土田 僚ほか：下面増厚工法における定着アンカーの抵抗メカニズム，土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集，V：2013
- 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

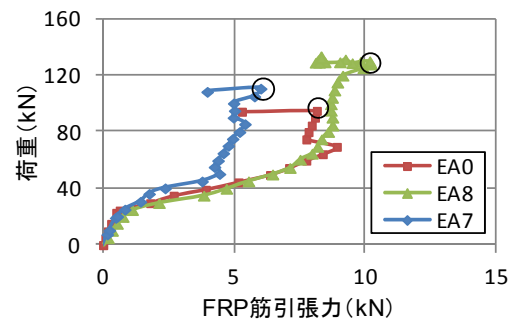


図3 アンカー筋の長さによる比較

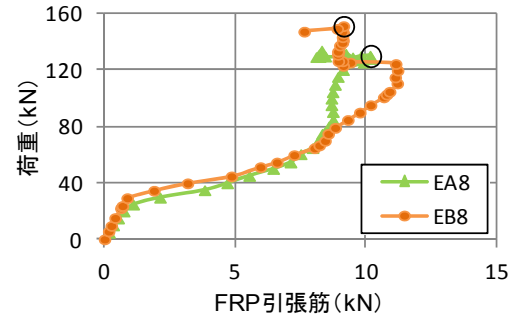


図4 アンカー筋の位置による比較

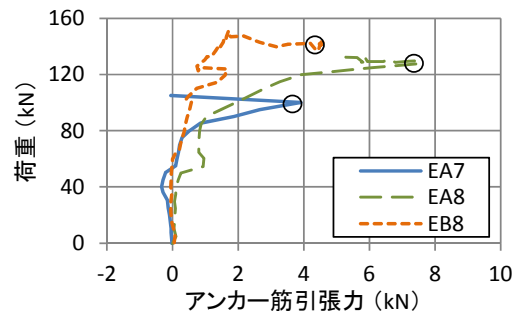


図5 アンカー筋引張力の比較