

連続繊維筋を主筋に用いた単純梁張出し部分の付着性状に関する研究

豊橋技術科学大学建設工学教授 会員 角 徹三
豊橋技術科学大学建設工学大学院 会員 ○タンタンゴリ

1. はじめに

横補強筋が配された単純梁において、支点位置を超えた部分（張出し部分）は、せん断ひび割れが発生すると曲げ理論が成立しなくなり（ $T \neq M/j$ ）、Tension Shift やトラス機構によってモーメントが 0 である支点位置においても、引張応力が発生する。つまり、張出し部分に付着応力が発生し、その個所での定着長さが非常に重要なものとなる。

そこで、本研究では張出し部分に着目し、その個所での定着長さや横補強筋量が梁に与える影響を把握するため、普通の鉄筋より高い引張強度を持ち、降伏点のない炭素連続繊維筋を主筋とした梁の実験を行った。

2. 実験概要

2. 1. 使用材料

表 1 に使用した主筋の概要を、表 2 にコンクリートの調合表及び強度を示す。本研究では、主筋に炭素の連続繊維筋を用いている。連続繊維筋は心材と表皮材の 2 重構造になっており、それらをエポキシ樹脂で硬化して一体化した後、コンクリートとの付着力を高めるためビニロン糸をらせん状に巻きつけ、表面に凸凹をつける。圧縮側には、連続繊維筋とほぼ同一径の D10 の異形鉄筋を使用した。横補強筋には、せん断スパンでのせん断破壊が先行するのを防ぐために通常の鉄筋と比べ非常に高い降伏強度の $\phi 6$ 鉄筋を用いた。

2. 2. 実験変数及び試験体概要

以下に実験変数を示す。

- 1) 張出し部分の定着長さ：160、220、280mm
- 2) 張出し部分の横補強筋間隔：60、80、120mm

本実験では、8 本の試験体を製作し、2 点载荷の方法を用い、すべての試験体の曲げスパン長 400mm、せん断スパン長 450mm、また、せん断スパンの横補強筋間隔 65mm とした（表 3）。

3. 実験結果

3. 1. Tension Shift 現象とトラス機構

せん断機構をトラス機構による抵抗と考えると、せん断ひび割れが入ってから、支点位置で $\{Q/2\}$ の引張力が発生する（ Q はせん断力）。発生した引張力は、張り出し部分での主筋とコンクリートの間の付着力で保

表 1 主筋及び横補強筋の概要

種類		炭素	異形鉄筋	横補強筋
直径(mm)		10.6	10.0	6.0
弾性係数(kN/mm ²)		153	168	189
引張強度(N/mm ²)		1725		995
降伏応力度(N/mm ²)				403
繊維一本当り	直径(μ m)	7		
	密度(g/cm ³)	1.51		
	弾性係数(kN/mm ²)	235		
	引張強度(N/mm ²)	3432		

表 2 コンクリート詳細

目標強度(N/mm ²)	目標スラブ(cm)	最大骨材寸法(mm)	打設	スラブ(cm)	圧縮強度(N/mm ²)
35	18	20	1回目	10	39.9
			2回目	17.9	36.6
セメント	水	水セメント比	AE剤	細骨材	粗骨材
382	183	48%	0.764	768	960

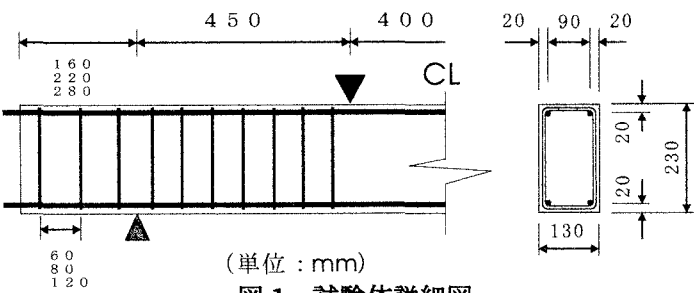


図 1 試験体詳細図

表 3 試験体一覧 (単位：mm)

No	試験体名	張出し部分の定着長さ	張出し部分の横補強筋間隔
1	L160-s60	160	60
2	L160-s80	160	80
3	L160-s120	160	120
4	L220-s60	220	60
5	L220-s80	220	80
6	L220-s120	220	120
7	L280-s80	280	80
8	L280-s120	280	120

証されると考えられる。付着応力度 f_b とせん断力 Q の関係は以下の式となる。

$$Q = 4f_b \phi L \quad (\phi : \text{主筋の周長}, L : \text{定着長さ})$$

図 2、3、4 で、各試験体の張出し部分で、発生する付着応力度とせん断力の関係を示す。試験体名の下に破壊形式を表す。また、土木学会の付着設計式による付着強度の値をそれぞれの縦の直線で示す。全体を見ると、荷重が最大荷重の約 35% に達すると、せん断ひび割れが入り、張出し部分で付着応力度が発生しはじめ、その後はトラス機構の式に近づくことが分かる。

図 5、6 に、せん断スパンでの付着応力度を示す。Tension Shift 現象が生じてから、張出し部分での付着応力が発生するに応じて、せん断スパンでの付着応力度の増加率も小さくなる。その理由としては、支点位置で応力が発生したため、せん断スパンでの応力の勾配（付着応力度）の増加が鈍ることによると考えられる。

3. 2. 張出し部分の定着長さと横補強筋量の影響

図 5 のように、Tension Shift が生じた後、せん断スパンでの付着応力度の大きさは、 $L220\text{-}s120 > L220\text{-}s80 > L220\text{-}s60$ の順である。つまり、張出し部分の横補強筋量を大きくすることでせん断スパンでの付着応力度を減少させる効果があると考えられる。

同様に、図 6 では、せん断スパンでの付着応力度の大きさは、 $L160\text{-}s80 > L220\text{-}s80 > L280\text{-}s80$ の順である。つまり、張出し部分の定着長さを長くすることで、せん断スパンでの付着応力度を減少させる効果があると考えられる。また、図 2、3、4 のように、張出し部分にも同じ傾向が見られた。

4. 結論

- 1) Tension Shift 現象によって張出し部分での付着応力度が発生するが、せん断スパンで発生する付着応力度が減少する傾向がある。
- 2) 張出し部分の定着長さと横補強筋量を大きくすれば、せん断スパンでの付着割裂を抑止する効果がある。

引用文献

- 1) 日本土木学会：コンクリート標準示方書 設計編
- 2) 日本土木学会：連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)

Keyword: FRP Rod, Anchorage Bond, Hanging Region, Bond Splitting Failure

