

## V - 458

## 板状AFRPを用いたPCスラブの変形・耐荷性状

|         |     |      |
|---------|-----|------|
| 鹿島技術研究所 | 正会員 | 奥村一正 |
| 鹿島技術研究所 | 正会員 | 齊藤 宗 |
| 鹿島技術研究所 | 正会員 | 秋山 暉 |

## 1. はじめに

昨今の労働力不足や工期の短縮、美観の向上の観点からプレキャストブロックや埋設型枠を用いた工法が注目されている。これらの部材では施工性を考え、薄型で軽量のものが望まれるが、このことはひびわれ発生耐力やひびわれ発生後の剛性、ひいては耐久性の低下につながる問題を抱えている。これらを防ぐためにはコンクリートマトリックス中に炭素繊維などの高強度・高耐久性繊維を短繊維として混入するか、PC部材とすることなどが考えられる。

本研究ではこのうち比較的製作の容易なPC部材に注目し、この種部材の基本的特性の把握を行った。すなわち、部材厚さをより薄くするために板状のAFRPロッド(以下AFRP)を緊張材に用いた薄型のPCスラブを製作し、加力実験を実施することにより部材の変形・耐荷特性を確認した。

## 2. 実験概要

(1) 試験体; 試験体は幅(b)500mm、長さ(L)2m、部材厚さ(h)が30mmおよび40mmのプレテンションPCスラブであり、部材厚さと導入プレストレス量をパラメータとして諸元を決定した。実験時のコンクリートの目標圧縮強度は500kgf/cm<sup>2</sup>とし、Gmax=20mmの普通コンクリートを用いた(配合は表-1)。今回の部材厚さに対してはモルタルの使用が一般的と考えられるが、弾性係数を高くする目的でGmax=20mmを使用した。

緊張材として用いたAFRPの機械的性質を表-2に示す。AFRPは矩形断面の長辺が水平になるように有効高さh/2位置に配置した。各試験体の種類とプレストレス導入時および実験時のコンクリート強度を表-3に示す。

(2) 試験体製作; AFRPの緊張はロードセルを取付けたセンターホールジャッキを用いて、荷重制御で行い、緊張量はAFRPの引張強度の30%を基本とした。AFRPの初期(20時間)リラクゼーション率は5%(カタログ値)と大きいので、この値を低減させる目的で以下の方法で緊張作業を行った。まず、AFRPの引張強度の50%の緊張力で10分間程度保持し、30%まで引き戻して24時間緊張力を保持した。コンクリートの打設直前に再緊張を行い、所定の緊張力を与えてコンクリートを打設した。その後、コンクリート強度が350kgf/cm<sup>2</sup>を越えた時点で、ジャッキの油圧を開放することによりプレストレスを導入した。

(3) 加力方法; 荷重は変位制御により作用させ、載荷スピードはひびわれ発生までは0.1mm/分、ひびわれ発生後は1~5mm/分とした。加力概要を図-1に示す。

## 3. 実験結果

実験結果を表-4に、各供試体の荷重と中央たわみの関係を図-2~3に示す。表中の計算では、No.1~No.3に対してはMdead=2.5×10<sup>-4</sup>tfm、No.4,5に対してはMdead=1.9×10<sup>-4</sup>tfmを自重として考慮した。

(1) ひびわれ状況; 実際に埋設型枠として用いる場合にはひびわれを許さない設計になると考えられ、ひびわれ発生荷重を把握することは重要である。コンクリートの曲げ引張強度(コンクリート標準示方書のfbk=0.9fc<sup>2/3</sup>より、57.3~62.0kgf/cm<sup>2</sup>)と比較して導入プレストレス量(15~30kgf/cm<sup>2</sup>)は小さいものの、プレストレス量の増加に伴いひびわれ発生荷重が増加しており、プレストレスの効果が確認された。導入プレストレス量の小さなNo.1,4試験体で計算値を下回ったものの、概ねプレストレス量を考慮した計算結果と良い対応を示した。ひびわれ発生後は等曲げ区間および曲げせん断区間に5~10cm間隔に数本の曲げひびわれが発生し、コンクリートの圧縮縁から数ミリの位置まで進展した。さらに最大耐力付近では緊張材に沿った付着ひびわれも見られた。

(2) 作用モーメントとたわみの関係; No.1~No.3では導入プレストレス量とともに緊張材比が変わっており、No.4とNo.5では導入プレストレス量に変化しているが緊張材比は一定である。このため、No.1~No.3ではひびわれ発生後の剛性は緊張材比の大きなNo.3が大きくなっており、No.4とNo.5では、ほぼ等しい値となっている。このため、ひびわれ発生モーメントの違いが最大耐力の差として現われており、最大耐力時の中央たわみは最大耐力が大きなもののほど小さくなる傾向が見られた。

(3) 最大耐力; 全ての試験体の最大耐力はコンクリートの曲げ圧縮破壊で決まった。梁理論による曲げ圧縮破壊耐力と比較した場合、部材厚さが4cmのNo.1~3では計算値の112~137%となったものの部材厚さ3cmのNo.4,5では計算値の76~97%となった。これは、No.4,5の変形が部材厚さの5~6倍に達しており、大変形時の支点支持条件や加力方向などが変化するためと考えられ、部材厚さ3cmのものに当該耐力算定式を適用するには、安全率などに注意する必要がある。最大耐力を示した後は、最終的にはNo.1とNo.2は緊張材が割れながら破断し、No.3~5では緊張材はそのまま残ったものの、コンクリートが崩壊して、部材の破壊に至った。

#### 4. まとめ

板状AFRPを用いた薄型PCスラブの加力実験により以下の知見が得られた。

- (1) ひびわれ発生後のひびわれ分散性は良好であり、また靱性に富む。
- (2) ひびわれ発生荷重は導入プレストレス量を考慮した梁の弾性理論で算定可能である。
- (3) 最大耐力は部材厚さが4cmのものはRC理論の圧縮破壊耐力と良い対応を示し、3cmのものは計算値が実験値を過大評価する傾向があり、適用性に留意すべきことがわかった。

表-1 コンクリート配合

| スラブ<br>cm | 空気量<br>% | W/C<br>% | s/a<br>% | 水<br>kg/m <sup>3</sup> | セメント<br>kg/m <sup>3</sup> | 細骨材<br>kg/m <sup>3</sup> | 粗骨材<br>kg/m <sup>3</sup> | 混和剤<br>kg/m <sup>3</sup> |
|-----------|----------|----------|----------|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 18        | 3.0      | 34.5     | 34.8     | 174                    | 504                       | 567                      | 1089                     | 9.07                     |

表-2 AFRPの機械的性質

| 種類       | 形状<br>mm×mm | 断面積<br>mm <sup>2</sup> | 引張強さ<br>kgf/mm <sup>2</sup> | 弾性係数<br>kgf/mm <sup>2</sup> | 破断ひずみ<br>% |
|----------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| F100,000 | 1.5×20      | 22.8                   | 136                         | 6.3×10 <sup>3</sup>         | 2.3        |
| F200,000 | 3.0×20      | 45.5                   |                             |                             |            |

表-3 試験体の種類

| 供試体番号 | 部材厚さ<br>mm | 使用緊張材    | 本数<br>本 | 初期導入PS量   |                             | コンクリート強度kgf/cm <sup>2</sup> |     |
|-------|------------|----------|---------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-----|
|       |            |          |         | 導入量<br>tf | 平均圧縮<br>kgf/cm <sup>2</sup> | 導入時                         | 実験時 |
| No.1  | 4          | F100,000 | 3       | 3.0       | 15                          | 392                         | 553 |
| No.2  | 4          | F100,000 | 4       | 4.0       | 20                          | 392                         | 553 |
| No.3  | 4          | F200,000 | 3       | 6.0       | 30                          | 411                         | 572 |
| No.4  | 3          | F100,000 | 3       | 1.5       | 10                          | 394                         | 508 |
| No.5  | 3          | F100,000 | 3       | 3.0       | 20                          | 394                         | 508 |

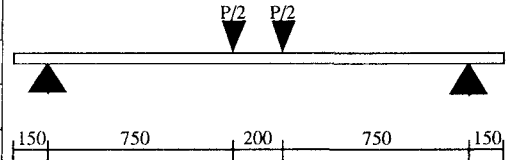


図-1 加力概要

表-4 実験結果

| 供試体<br>番号 | 初期導入<br>PS量<br>kgf/cm <sup>2</sup> | 緊張材<br>比<br>% | ひびわれ発生時            |                   |             |                 |                   | 最大荷重作用時                 |             |                    |                          |     |        |  |
|-----------|------------------------------------|---------------|--------------------|-------------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|-----|--------|--|
|           |                                    |               | モーメント<br>Mc<br>tfm | 計算値<br>Mcc<br>tfm | Mc/Mcc<br>% | 中央<br>たわみ<br>mm | モーメント<br>M<br>tfm | 計算値<br>(圧壊)<br>Mcal tfm | M/Mcal<br>% | 計算値<br>(引張)<br>tfm | 中央たわみ<br>(最大荷重時)<br>δ mm | δ/h | 最大時の状況 |  |
| No.1      | 15                                 | 0.342         | 0.092              | 0.11              | 83          | 4.01            | 0.145             | 0.13                    | 112         | 0.17               | 190.96                   | 4.8 | 圧縮破壊   |  |
| No.2      | 20                                 | 0.456         | 0.12               | 0.12              | 100         | 4.00            | 0.192             | 0.14                    | 137         | 0.21               | 187.57                   | 4.7 | 圧縮破壊   |  |
| No.3      | 30                                 | 0.683         | 0.14               | 0.13              | 108         | 4.50            | 0.229             | 0.17                    | 135         | 0.30               | 125.82                   | 3.2 | 圧縮破壊   |  |
| No.4      | 10                                 | 0.456         | 0.046              | 0.055             | 84          | 5.26            | 0.058             | 0.076                   | 76          | 0.12               | 192.99                   | 6.4 | 圧縮破壊   |  |
| No.5      | 20                                 | 0.456         | 0.062              | 0.063             | 98          | 5.50            | 0.074             | 0.076                   | 97          | 0.12               | 156.72                   | 5.2 | 圧縮破壊   |  |

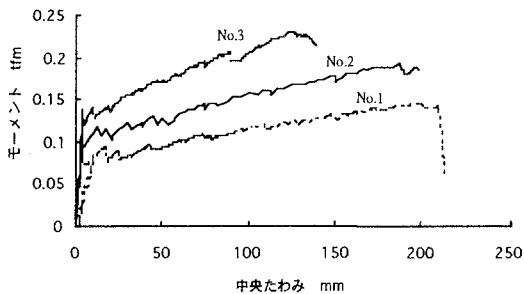


図-2 荷重と中央たわみの関係 (No.1~3)

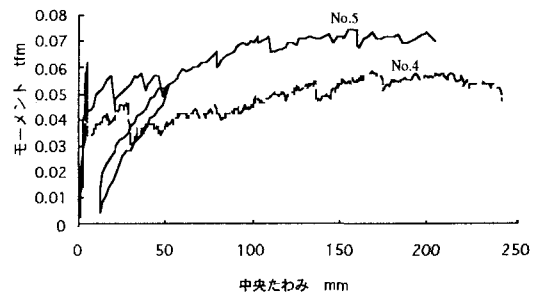


図-3 荷重と中央たわみの関係 (No.4,5)