

V-331 板状AFRP棒材のPC部材への適用

横浜国立大学 正会員 池田 尚治  
 横浜国立大学 正会員 山口 隆裕  
 鉄道総合技術研究所 正会員○曾我部 正道

1. はじめに

近年、様々な新素材を土木構造物へ適用する研究が、盛んに進められてきている。特に、軽量、高強度、耐食性に優れたFRP材 (Fiber Reinforced Plastics) は、海岸、沿岸構造物の塩害対策や、リニアモーターカーのガイドウェイ等の分野で有望視されている。本研究では、アラミド長繊維をエポキシ樹脂で硬化させ板状にしたアラミド繊維補強材 (以下ARPRと略す) を取り上げ、そのPC部材への適用に関して種々の基礎的実験を行った。検討した項目は、ARPRの力学的特性、付着挙動、塩害と腐食対策の見地からの定着具の開発、及びARPRで緊張されたPCはりの基礎的な耐荷挙動などである。

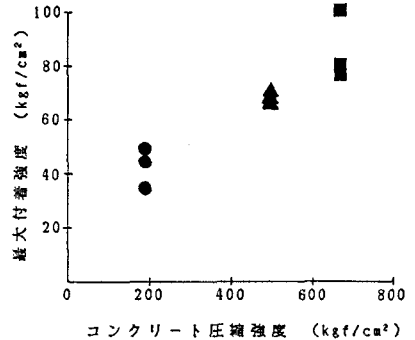
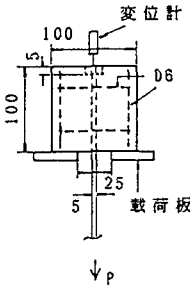
2. ARPRの力学的特性と付着挙動

ARPRには数種類の断面寸法があるが、本研究では5×20mmの長方形断面のARPRのみを使用した。引張試験によって得られた結果を表-1に示す。

表-1 ARPRの力学的特性値

断面形状 (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	引張強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kgf/cm <sup>2</sup> )	伸び率 (%)
5×20	102.03	12200	550000	2.0

弾性係数は鋼材の約1/4で、応力-ひずみの関係は、PC鋼材や鉄筋と異なり、破断まで完全な弾性変形である。試験片の数は、試験時に均等な軸引張力が作用しなかったために、マトリクスであるエポキシ樹脂が縦方向に割れた後、アラミド繊維が破断した。この場合の引張強度は平均20%低減した。



ARPRの付着挙動を把握するために、図-1 引き抜き試験図 引き抜き試験を行った。またコンクリート強度を変化させ、付着強度への影響を調べた。

図-1に引き抜き試験に用いた供試体を示し、図-2にコンクリート強度と試験によって得られた最大付着強度の関係を示す。ARPRの表面には、付着特性を改善するために、小突起物のパターンが施こされている。その結果、図-2に示すように付着強度として40kgf/cm<sup>2</sup>以上が得られており、コンクリートとの一体性にとって好ましいものと思われた。

3. 定着具の開発

FRP材を緊張材として用いる場合の重要な課題の一つに、定着具の開発が挙げられる。そこで、ARPRの細長い断面形状を考慮して独自の定着具の開発を行った。この定着具は、既製の2分割される樹脂性のくさびとモルタル製のくさび受け具とから構成される。くさび受け具は図-3に示すように、圧縮強度800kgf/cm<sup>2</sup>の高強度モルタル製コーンで、その外側には、炭素繊維 (以下CFと略す) とエポキシ樹脂の層が交互に幾層にも巻き付けてある。鋼製の定着具では、時間を経ると共に塩害等の影響を受け腐食

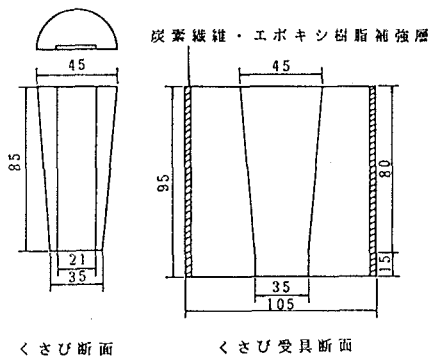


図-3 モルタル製定着具

する恐れがあるが、本研究の定着具では鋼材を一切使用していないため、非磁性であるとともにこうした悪環境に対する抵抗が期待できる。この定着具の定着性能は引き抜き試験によりまず単体として検討された。図-4にCFの巻数と最大定着耐力の関係を示す。CFで補強を行なわなかったものは緊張材の破断強度の僅か4%程度でひび割れが生じそのまま耐力が低下したが、補強を施したものは、補強層でひび割れの伸張が食い止められ、巻数が200以上になると安定した定着耐力が得られた。補強巻数を300として寸法精度などの改善を行った結果、この定着具の最大耐力は緊張材の破断強度の約75%に相当する値となった。以上の結果を基に、はり供試体に適用するモルタル製定着具を製作した。

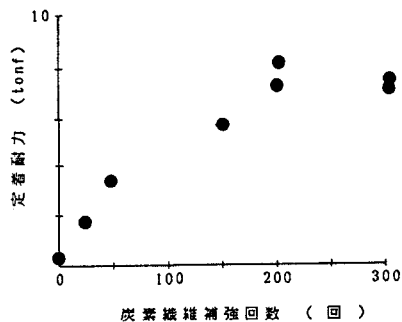


図-4 炭素繊維補強回数と定着耐力の関係

#### 4. ARPRで緊張したPCはりの曲げ載荷試験

図-5に供試体の形状を示す。緊張したARPRは1体につき2本で、それぞれ約3 tonfのプレストレスをポストテンション方式で導入した。定着部への影響を顕在化させるためにグラウトを行な

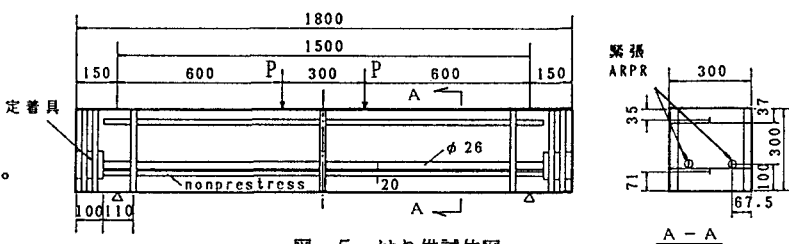


図-5 はり供試体図

った。プレストレス導入時から4日後の荷重時までのプレストレス力の損失は8~10%であった。図-6に荷重-支間中央変位曲線を示す。No. 1供試体は定着具に既製の金属製コーンを用いたもので、12 tonfでコンクリートの圧壊が生じ、最終的に緊張材の破断で耐力が失われるまで、定着具には変化がみられなかった。

これに対して、モルタルで製作した定着具をもちいたNo. 2供試体は、緊張材の引張力が、4.5 tonfに達した時点で定着部で急激に滑り、耐力が大きく低下した。定着具単体の試験よりも定着耐力が低下した原因は、供試体内に埋め込む時の設置精度によると思われる。図-7にひび割れ状況図を示す。プレストレス導入時に発生した定着部のひび割れは、荷重中にはほとんど伸張しなかった。曲げひび割れは支間中央部に1~2本だけ発生し、アンボンドの特徴を示した。

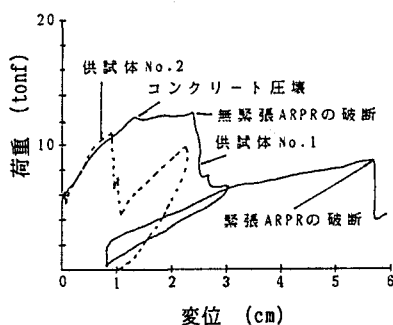


図-6 支間中央部荷重変位曲線

#### 5. まとめ

試作したモルタル製定着具は、単体の引き抜き試験では緊張材の破断強度の75%の強度が得られたが、はり供試体の曲げ載荷試験では、緊張材強度の40%の定着耐力しか保持できなかった。しかしながら、モルタルの高強度、炭素繊維による拘束効果の改善、寸法精度の向上などにより、その性能は大きく向上すると考えられるので、鋼材を全く用いない定着具の実用化の可能性のあることが認められた。

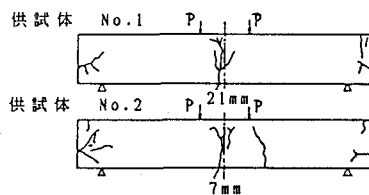


図-7 ひび割れ発生状況

謝辞：板状AFRP棒材は鹿島建設技術研究所より提供を受けた。又、本研究を実施するにあたっては、森下豊技官の参加協力を得た。ここに感謝の意を表します。

参考文献 (1) 秋山、天野、奥村：板状のAFRP線材を用いたPC部材の開発，プレレストコンクリート，Vol. 32, No. 6, pp. 76~81, 1990.