

V-473

AFRPロッドを用いたガイドウェイ用側壁ビームの設計・試作

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 浦部 正男 正会員 佐藤 勉
正会員 古川 敦 正会員 山住 克巳

1. はじめに

超電導磁気浮上式鉄道のガイドウェイ構造物は超電導コイルの近傍に位置するため、ガイドウェイを構成するコンクリート部材の補強鋼材として通常の鉄筋、緊張材を用いると、鋼材中に渦電流、ループ電流が誘起され、車両の走行に対する抵抗力（磁気抗力）を発生する。一方、ガイドウェイの1方式として開発されている側壁ビームはプレテンション方式のPC単純箱型桁であるが、前記の磁気抵抗低減のため緊張材としてAFRPロッドを用いた側壁ビームを試作し、各種測定を行った。ここではその設計条件と測定結果の概略を報告する。

2. 使用限界状態に関する設計条件

AFRPロッドを使用した側壁ビームの設計にあたっての主たる条件（使用限界状態）を以下に述べる。

（1）材料の物性値

試作した側壁ビームに用いたAFRPロッドは $\phi 7.4\text{mm}$ 異形ロッドを2本1組として1ビームあたり17組使用している。使用したAFRPロッドの物性値は表-1に示すとおりである。

（2）断面形状、導入プレストレス力

側壁ビームの断面は図-1に示すとおりである。プレストレスング以降の側壁ビームの長期的な挙動を計測するために、同図に示した位置に各種ゲージ類を配置した。なお、側壁ビームの桁長は12.6m、スパンは9.9mである。プレストレス力による反り変形は軌道狂いの一部となり乗心地に悪影響を及ぼすため、緊張材の図心と断面図心の偏心が小さくなるように緊張材を配置している。プレストレス力は、死荷重作用時の縁応力度が引張にならないことかつ変動荷重作用時の縁応力度が部材寸法の影響を考慮したコンクリートの設計引張強度以下となるよう設定した。

（3）AFRPロッドの初期緊張力

通常のPC鋼線では、プレストレスング直後の引張応力度制限値は $0.7f_{pud}$ または $0.85f_{pud}$ のうち小さい方の値以下と規定されているが、AFRPロッドは降伏点をもたないため、導入時の緊張材の応力度制限値は $0.7f_{pud}$ 以下とした。またAFRPロッドのリラクセーション率は、初期引張応力度、および養生条件により異なる²⁾が、本ビームにおいては初期リラクセーション率は12%として設計を行った。

3. 測定結果および考察

（1）プレストレス力導入時の応力度

図-2は、プレストレス力導入直後のコンクリートの上縁、下縁の応力度の設計値と測定値を比較したものである。設計値に対し測定値は上縁では 8kgf/cm^2 ほど大きめに下縁では同じく 8kgf/cm^2 ほど小さめとなっている。これは、プレストレス力導入時における反り変形が小さいため、底型枠による変形の拘束がプレストレス力による曲げモーメントを打ち消す方向に作用したためと考えられる。図心の位置における圧縮応力度の設計値と、上縁、下縁の測定

表-1 AFRPロッドの物性値

公称直径	7.4mm
公称断面積	42.4mm ²
保証強度	180kgf/mm ²
弾性係数	5,400kgf/mm ²
純リラクセーション率	7~14%

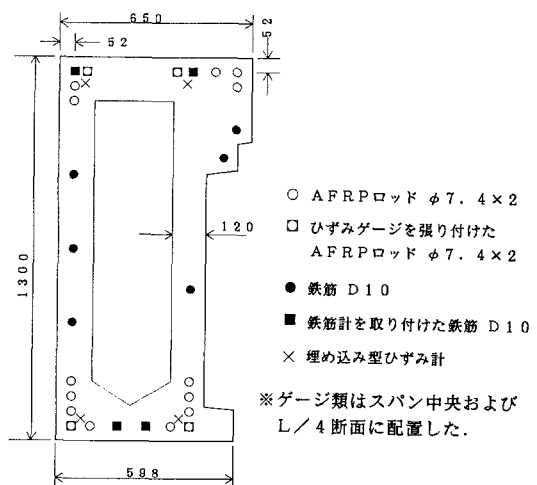


図-1 側壁ビーム断面図およびゲージ配置位置

値の平均値はほぼ一致しており前記のリラクセーション率の設定は妥当であったといえる。

（２）クリープ、乾燥収縮による長期変動

ＰＣ構造においては、クリープ、乾燥収縮による緊張材の引張応力度の減少量を求める際には鉄筋による拘束を考慮していない。ここではＡＦＲＰロッドを緊張材に用いた場合においても鉄筋による拘束の影響を考慮しなくとも良いか検討する。図－３はプレストレス力導入時を基準としたＡＦＲＰロッドの応力度変化量の材令３００日までの実測値（ひずみ変化量に弾性係数をかけたもの）と計算値を示したものである。図中の線Ａ、Ｂ、Ｃはそれぞれ土木学会示方書による鉄筋の拘束を考慮しない場合、乾燥収縮に無筋コンクリートとしての阪田式³⁾を用い鉄筋の拘束を考慮しない場合および乾燥収縮に阪田式を用い鉄筋の拘束を考慮した場合の計算値⁴⁾である。同図によると時間の経過につれ実測値は鉄筋の拘束を考慮した計算値Ｃに近づいていき、緊張力導入後３００日の時点ではほぼ一致する。また図－４は鉄筋の拘束を考慮した場合の鉄筋の応力度変化量を示したものである。計算値は実測値に対してやや過大であるもののほぼ同様の傾向を示している。

本ビームと同様の設計条件で、緊張材に通常のＰＣ鋼線を用いた場合の材令３００日における鉄筋の拘束を考慮しない場合と考慮した場合の応力度変化量の計算値の差は約１％であるが、緊張材にＡＦＲＰロッドを用いた場合には乾燥収縮の予測式として阪田式を用いた図－３の線Ｂ、Ｃ間で１９％の差となっており、クリープ・乾燥収縮終了時は１５％の差となっている。この差は両者の弾性係数の違いによるものであり、このことと今回の計測結果から判断すると、ＡＦＲＰロッドのように弾性係数の小さい材料を緊張材として用いる際には、鉄筋による拘束の影響を考慮した方が実測値との適合が良いといえる。

４．まとめ

今回の試作、測定結果から得られた知見を以下に示す。

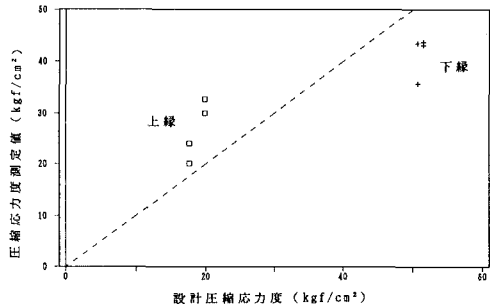
- １）ＡＦＲＰロッドの初期リラクセーション率を１２％とした設計条件は、実測値とほぼ一致しており妥当なものである。
- ２）ＡＦＲＰは弾性係数が小さいためクリープ、乾燥収縮による緊張材、鉄筋の応力度変化量の算定の際には鉄筋による拘束を考慮した方が実測値との適合性が良い。

なお、本ビームの試作、測定は運輸省による補助金を受けて行われた。

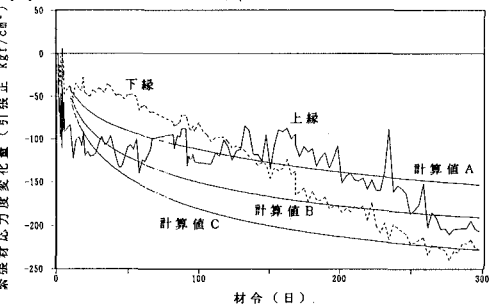
謝辞：本ビームの試作、測定にあたり俣ピー・エスの方々にお世話になった。ここに記して深謝いたします。

参考文献

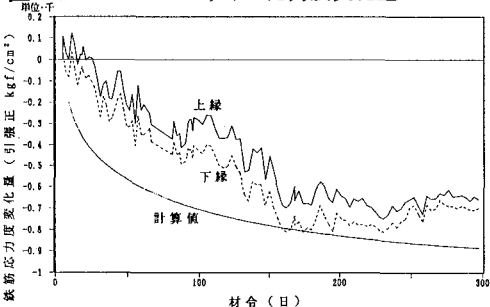
- １）浦部他：ＣＦＲＰロッドを用いた側壁ビーム方式ガイドウェイの設計、製作、連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集，pp43-46，1992。
- ２）土木学会編：連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用，コンクリートライブラリー７２，1991。
- ３）運輸省鉄道局監修：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），pp66-69，1992。
- ４）同上，pp154-155。



図－２ プレストレス力導入時のコンクリート応力度



図－３ ＡＦＲＰロッドの応力度変化量



図－４ 鉄筋の応力度変化量