

PET繊維を混入したRCはりの曲げひび割れ性状

清水建設(株) 技術研究所 正会員 ○滝本和志
 清水建設(株) 技術研究所 正会員 吉武謙二
 清水建設(株) 土木事業本部 正会員 後藤 徹
 (株) サンゴ 石川常夫

1. はじめに

昨今のシールドトンネルでは、建設費コスト削減の観点から、長距離施工や高速施工を要求される傾向にある。これと同様の観点でセグメントについても、幅広化や薄肉化が盛んに図られてきている。しかしこの傾向は、不確定要素の多い施工時荷重に対して不利となるのは明らかであり、各種状況に応じた検討も必要になってきている。このような背景に対応するため、セグメント自体へ再生PET繊維¹⁾を混入させ、そのじん性向上効果を利用して施工時の割れ欠けを抑制すべく、各種実験を行ってきた。本報告は、PET繊維混入RCはりの曲げ荷重実験により、PET繊維混入量と曲げひび割れ性状との関係について検討を行ったものである。

2. 実験概要

試験体は、シールドトンネルのRCセグメントをはりにモデル化したもので、試験体数は3体とし、PET繊維混入量をパラメータとした。断面寸法は1000×400mmで、スパン長3000mmの3等分点荷重とした。PET繊維混入量とコンクリートの材料特性を表-1に、鉄筋の材料特性を表-2に、配筋図を図-1に示す。使用したPET繊維は、引張強度が450N/mm²以上、繊維径0.7mm、繊維長45mmで、コンクリートとの付着力向上のため表面にインデント加工を施したものである。なお、C-3-1 (PET繊維混入率0.3%) およびC-5-1 (同0.5%) 試験体には、実工事への適用を視野に入れて耐火性能を付与するために、PA繊維(繊維径0.04mm、繊維長10mm)を0.1%混入した。なお、PA繊維が耐力やひび割れ性状に影響を及ぼさないことを事前に確認してある。密度はPET繊維1.32g/cm³、PA繊維1.41g/cm³である。

荷重は一方単調荷重とした。ひび割れ発生および鉄筋降伏後に一旦除荷し、その後荷重低下が生じるまで荷重した。計測項目は、荷重荷重、鉛直変位、等曲げ区間底面のひび割れ幅および鉄筋ひずみとした。底面のひび割れ幅は標点距離100mmのパイ型変位計を合計21個、2本の主鉄筋位置に沿って千鳥状に配置して計測²⁾した。パイ型変位計の取付位置を図-2に示す。

3. 実験結果と考察

試験体はいずれも等曲げ区間のコンクリートが圧壊して終局に至った。C-3-1試験体の最終状況を写真-1に示す。また、各試験体の荷重-変位関係を図-3に、実験結果一覧を表-3に示す。ひび割れ発生荷重は3体ともにほとんど同じ値を示しているが、鉄筋降伏荷重および最大荷重は、PET繊維混入量が多い試験体ほど大きく、降伏

表-1 コンクリートの材料特性

試験体	PET繊維 (vol.%)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
C-0-0	0	75.0	34.5
C-3-1	0.3	77.2	38.6
C-5-1	0.5	81.5	35.0

表-2 鉄筋の材料特性

鉄筋	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	伸び (%)
D19	410.1	586.4	196.9	23.4
D13	394.6	588.0	189.1	26.1

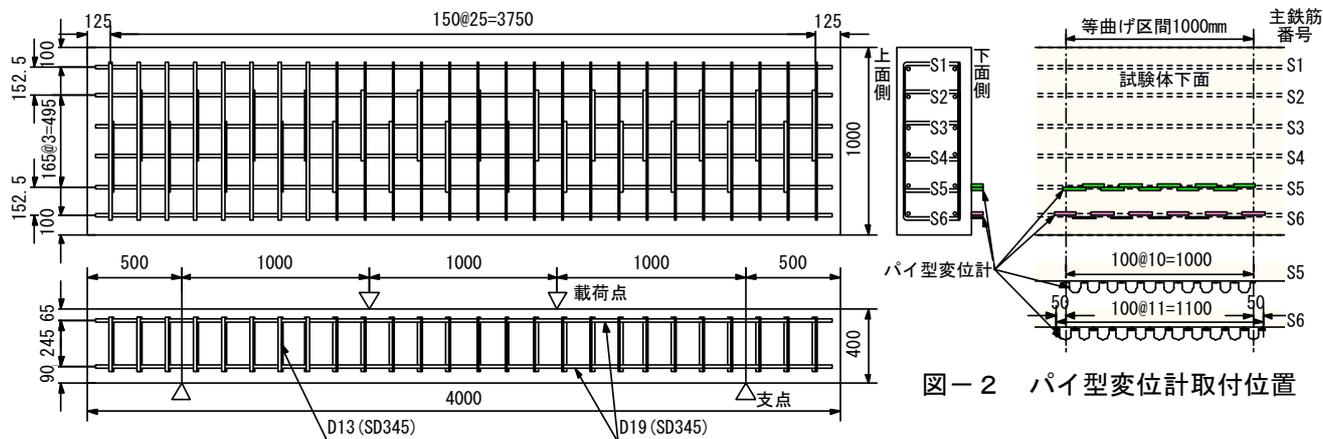


図-1 試験体配筋図

図-2 パイ型変位計取付位置

キーワード：PET繊維、RCはり、セグメント、曲げひび割れ、ひび割れ幅
 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL (03)3820-6962 FAX (03)3820-5959



写真-1 最終状況 (C-3-1)

荷重は10%以上増加している。C-5-1の終局（コンクリート圧壊）時の変位も10%ほど増加している。

鉄筋降伏時に等曲げ区間に発生したひび割れ本数はC-0-0が4本、C-3-1とC-5-1が5本であった。今回の実験では、コンクリート強度が約80N/mm²と高くなったこと、主鉄筋が十分に配置されていることから、ひび割れ発生本数に及ぼすPET繊維の影響は小さかった。C-5-1試験体のS6鉄筋位置におけるひび割れ幅分布を図-4に示す。440kN載荷時に400mmと700mmの位置に新たなひび割れが発生している。主鉄筋降伏後も一部のひび割れ幅が急増する現象は見られなかった。同一ひび割れのひび割れ幅は、S5、S6鉄筋位置ではほぼ一致していた。

荷重と平均ひび割れ幅との関係を図-5に示す。ひび割れが横切った位置のパイ型変位計の測定値の合計をひび割れ本数で除したものを平均ひび割れ幅とした。PET繊維混入によりどの荷重段階においても平均ひび割れ幅が減少しているが、特にひび割れ発生（240kN）直後と鉄筋降伏（440kN）後に、PET繊維混入によるひび割れ幅抑制効果が見られる。

4. まとめ

限られた実験の範囲内ではあるが、PET繊維を混入したRCはりの曲げ載荷実験により、以下の知見が得られた。

- (1) PET繊維混入により、降伏荷重および最大荷重が増加する。
- (2) ひび割れ発生直後と鉄筋降伏後に、PET繊維によるひび割れ幅抑制効果が見られる。
- (3) ひび割れ発生本数に及ぼすPET繊維の影響は小さい。

参考文献

- 1) 越智恒男、大久保誠介、福井勝則：ファイバーコンクリート用再生PET繊維の開発と適用例、トンネルと地下、vol. 36、No. 12、pp. 43-51、2005. 12
- 2) 鈴木幸憲、下村 匠、田中泰司：繊維補強鉄筋コンクリートはり部材の曲げひび割れ幅、コンクリート工学年次論文集、pp. 1369-1374、Vol. 28、No. 2、2006

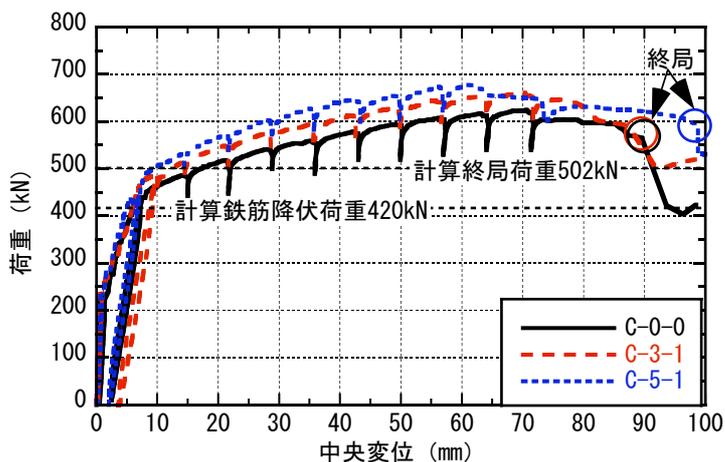


図-3 荷重-変位関係

表-3 実験結果一覧

試験体	ひび割れ発生		鉄筋降伏		最大荷重	
	荷重 (kN)	変位 (mm)	荷重 (kN)	変位 (mm)	荷重 (kN)	変位 (mm)
C-0-0	230.2	1.0	373.1	4.9	624.9	70.6
C-3-1	235.1	0.6	410.5	5.8	661.3	70.3
C-5-1	230.5	0.6	419.3	5.0	677.7	61.1

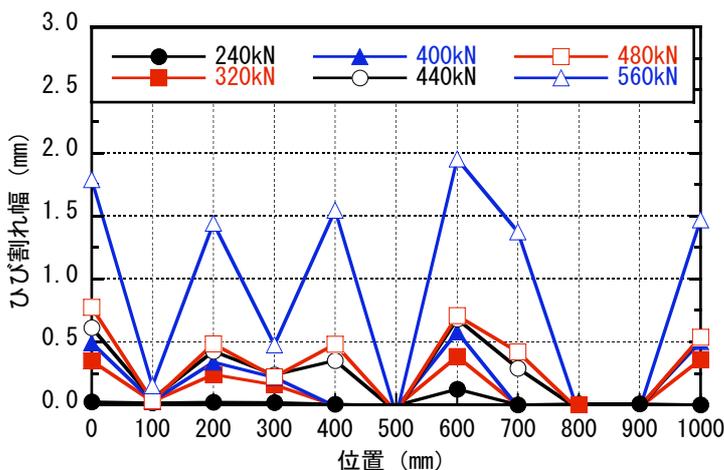


図-4 ひび割れ幅分布図 (C-5-1)

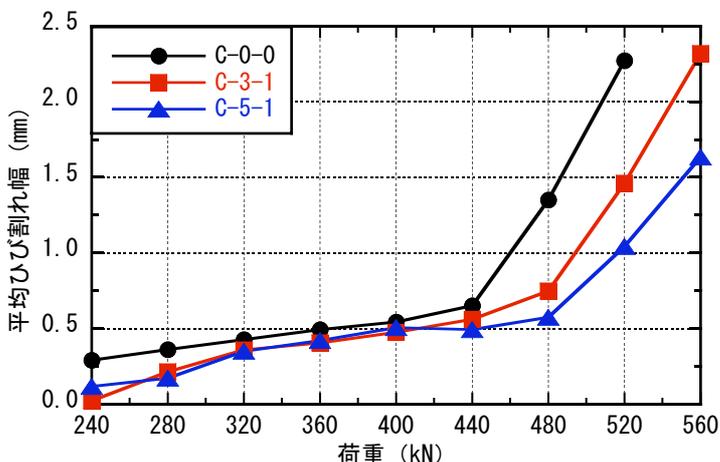


図-5 荷重-平均ひび割れ幅関係