

PET 繊維を混入したコンクリートの曲げじん性と耐衝撃性

清水建設（株）技術研究所	正会員	○高橋圭一
清水建設（株）技術研究所	正会員	滝本和志
清水建設（株）土木事業本部	正会員	四方弘章
（株）サンゴ		石川常夫

1. まえがき

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 繊維を混入したコンクリートの曲げじん性試験と衝撃落下試験により、曲げじん性と耐衝撃性について検討を行ったものである。

2. 實驗概要

2.1 配合および材料特性

試験に供した配合を表-1に示す。PET 繊維混入量とコンクリートの材料特性を表-2に示す。PET 繊維は、引張り強度 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を向上させる目的として、表面にインデント加工を施したものを使用した。なお、PET 繊維を混入する試験体には、実工事への適用を視野にいれて耐火性能を付与するために、ポリアセタール（以後 PA と記す）繊維（繊維径 0.04mm、繊維長 10mm）を 0.1%混入した。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た。密度は、PET 繊維 1.32g/cm³、PA 繊維 1.41g/cm³である。

表-2 PET 繊維混入量とコンクリートの材料特性

配合名	PET纖維 (vol.%)	壓縮強度 (N/mm ²)	彈性係數 (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

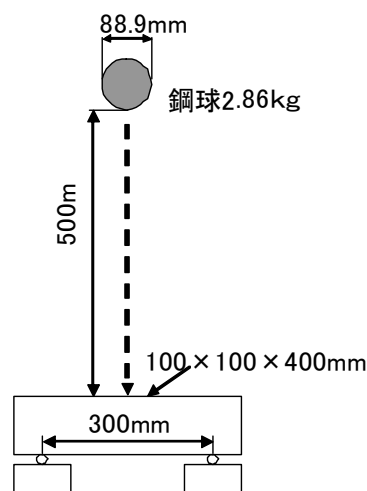


図-2 衝撃試験の概要

2.2 試験方法

曲げ試験は、「繊維補強覆工コンクリートの曲げ靱性試験方法 JHS 730-2003」²⁾に準じて実施した。試験体の寸法は 150×150×530mm とし、スパン長 450mm の 3 等分点載荷とした。載荷点変位 3mm までの荷重－たわみ曲線下の面積より曲げじん性係数を求めた。PET 繊維混入量を試験要因とし、0.3%混入の C-3-1 および 0.5%混入の C-5-1 の 2 ケースについて、各 4 体の試験を実施した。

衝撃落下試験³⁾の概要を図-2に示す。衝撃落下試験は、100×100×400mmの試験体中央部に2.86kgの鋼球を高さ500mmから繰り返し落下させ、

表一 1 配合

No.	配合名	スランプ (%)	空気量 (%)	W/B B=C+P (%)	PET繊維 (Vol.%)	PA繊維 (Vol.%)	単位量 (kg/m ³)							
							水 W	セメント C	高炉スラグ P	細骨材 S	粗骨材 G	高性能減水剤 A	PET繊維	PA繊維
1	C-0-0			35.0	0	0	140	280	120	1044	859	3.20	0	0
2	C-3-1	8.0±1.5	2.5±1.0	34.9	0.3	0.1	148	297	127	1014	835	3.39	3.96	1.87
3	C-5-1			34.9	0.5	0.1	150	301	129	1003	830	3.44	6.60	1.87

キーワード PET 繊維、曲げじん性、衝撃落下、ひび割れ幅、セグメント

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL 03-3820-6975

試験体下面のひび割れ幅を測定した。試験は、試験体が完全に2分割になるまで実施した。なお、落下高さおよび鋼球の質量に関しては、繊維を混入していないC-0-0を用いて予備試験を行い決定した。C-0-0、C-3-1およびC-5-1の3ケースについて、各4体の試験を実施した。

3. 実験結果および考察

曲げじん性試験結果を表-3に示し、各試験体の荷重-たわみ曲線を図-3に示す。C-3-1およびC-5-1ともに文献2)における品質管理基準である補正中央点たわみ3mmまでの荷重が4.1kNを下回らないこと、および補正中央点たわみ3mmまでの荷重とたわみ曲線から求めた曲げじん性係数が 1.4N/mm^2 を下回らないことの2項目を満足する結果が得られた。C-3-1およびC-5-1ともに曲げ強度に差は認められなかったが、C-5-1の3mm変形時の荷重は、C-3-1よりも60%程度、曲げじん性係数は、40%程度大きくなることが認められた。

衝撃落下試験結果を図-4および表-4に示す。また、破断直前の試験体のひび割れ状況を写真-1に示す。C-0-0は、4体すべて2回目の落下で破断した。C-3-1およびC-5-1も2回目の落下でひび割れが発生したが、ひび割れ幅はそれぞれ2.1mm、0.3mmであった。破断までの落下回数は、C-3-1がC-0-0の2.5倍、C-5-1では5.5倍となり、PET繊維混入により耐衝撃性が大きく向上した。

4. まとめ

PET繊維を混入したコンクリートの曲げじん性試験および衝撃落下試験結果より以下の知見が得られた。

- (1) PET繊維混入量の増加により、曲げじん性が増加する。
- (2) PET繊維混入量の増加により、耐衝撃性が向上する。
- (3) PET繊維混入量増加による曲げ強度の増加は認められない。

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) NEXCO 中央研究所：試験方法 第7編 トンネル関係試験方法、pp. 85-91、2006. 10
- 3) 福地利夫、大浜嘉彦、菅原鉄治：鋼繊維補強コンクリートの衝撃試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 331-332、1980. 9

表-3 曲げじん性試験結果

配合	曲げ強度 (N/mm^2)	3mm時荷重 (kN)	曲げじん性係数 (N/mm^2)
C-3-1	5.19	10.6	2.01
C-5-1	5.41	17.2	2.83

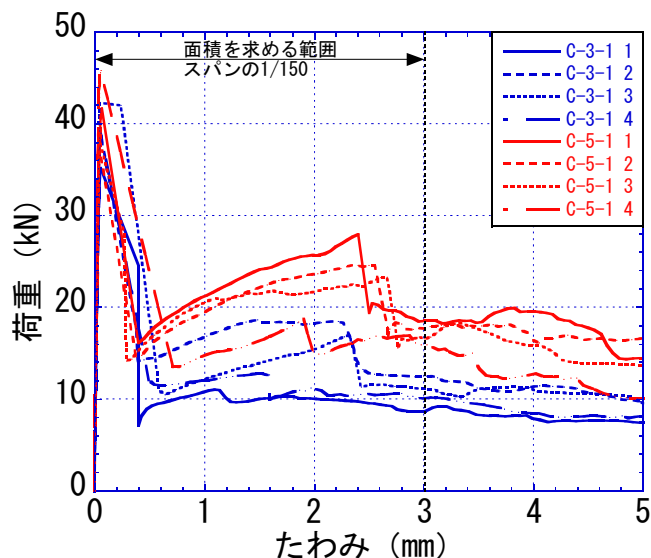


図-3 荷重-たわみ曲線

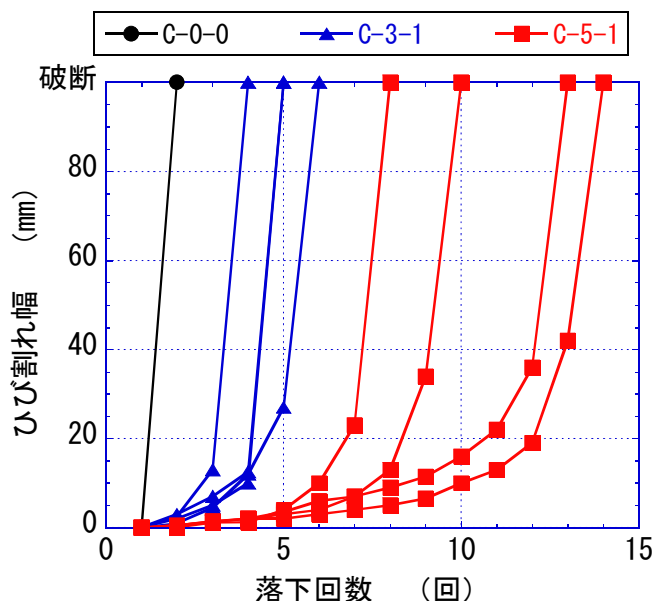


図-4 落下回数とひび割れ幅の関係

表-4 衝撃落下試験結果

配合	2回目のひび割れ幅 (mm)	破断までの落下回数 (回)
C-0-0	破断	2
C-3-1	2.1	5
C-5-1	0.3	11



写真-1 破断直前の試験体のひび割れ状況