

PVA 短繊維の混入が消波ブロックの耐荷力に及ぼす影響

前田建設（港空研 元研究員） 正会員 伊藤 始 港湾空港技術研究所 正会員 加藤絵万
 長岡技術科学大学（港空研 元実習生） 学生会員 横沢 篤 港湾空港技術研究所 F10-会員 横田 弘

1 はじめに

海岸等に設置される消波ブロックには、一般に無筋もしくは少量の鉄筋を配置したコンクリートが用いられる。そのため、供用中に脚の折損などにより積み上げ高さが不足し、必要な消波機能が発揮できなくなる事例が散見される。

本研究では、短繊維補強コンクリートを適用することで、消波ブロックの脚折れが防止できるかどうか検討した。その際、海洋環境下での耐食性が高いPVA（ポリビニルアルコール）製を用い、短繊維混入率をパラメータにした実寸大モデルによる載荷実験を実施した。ここでは、その結果について報告する。

2 実験概要

2.1 使用材料

試験体製作に使用したコンクリートの配合条件は、配合強度 27N/mm²、スランプ 18cm、粗骨材最大寸法 20mm とした。セメント種類を普通ポルトランドセメント、水セメント比を 53.2%、短繊維の混入率（体積比）を 0.3%、0.5%、1.0% とした。短繊維は、PVA 製の長さ 30mm、直径 0.66mm のものとした。

表 - 1 実験ケース

試験体名	混入率 %	実験結果		
		圧縮強度 N/mm ²	ひび割れ荷重 kN	最大荷重 kN
T-00	0.0	37.7	191	191
T-03	0.3	39.8	254	254
T-05	0.5	38.8	260	274
T-10	1.0	39.8	290	421

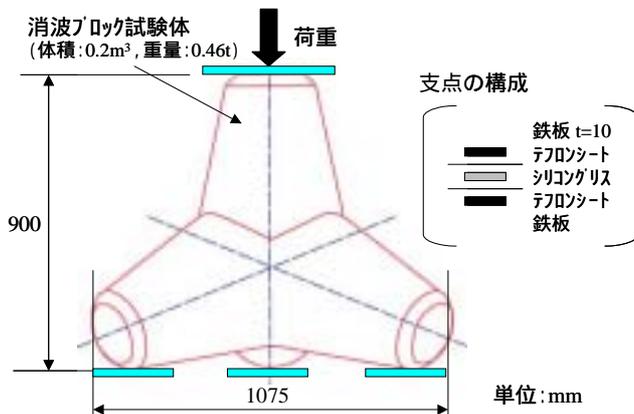


図 - 1 実験概要

2.2 実験方法

実験ケースは、表 - 1 に示す混入率をパラメータにした 4 ケースとした。試験体形状・寸法および載荷方法の概要を図 - 1 に示す。試験体は、それぞれの脚が平面上 120° の角をなす 4 脚からなる形状である。消波ブロックに実際に作用する荷重は、明確ではないので、ここでは図 - 1 のようにモデル荷重を設定し、図下側の 3 脚を支点として鉛直方向に固定し、水平方向を自由にして、残りの 1 脚に鉛直方向荷重を作用させることで載荷を行った。支点は、摩擦の低減のために、同図のように構成した。

計測は、荷重、変位、コンクリートひずみについて行った。変位の計測は、載荷点と支点の鉛直変位を対象に行った。なお、表 - 1 におけるひび割れ荷重は、載荷中に 10kN ピッチで行ったひび割れ観察でひび割れを目視できた時点の荷重または最大荷重である。

3 実験結果

3.1 破壊形態と荷重 - 変位関係

荷重 - 変位関係を図 - 2 に示す。T-00 の破壊過程は、支点 3 脚のうち 1 脚にひび割れが発生するとそのひび割れに起因してその脚が折曲がり、破壊に至った。最大荷重から破壊までの荷重低下は急激であった。T-03 の破壊過程は、T-00 とほぼ同じであったが、脚の折曲がりとともに荷重の低下は図 - 2 に示すように緩やかであった。T-05 では、ひび割れ発生から荷重の上昇があり、荷重低下後も載荷点変位が 1.0mm を越えるまで荷重を保持し続けた。T-10 では、ひび割れが発生し、

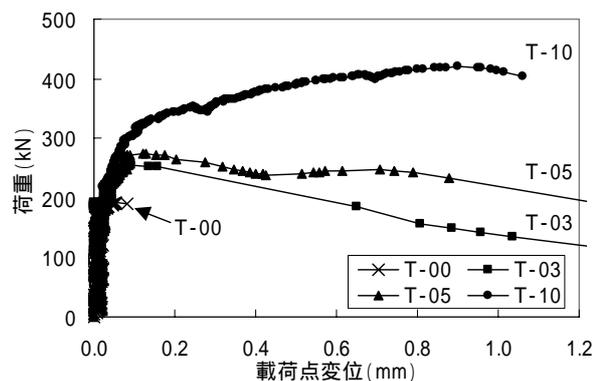


図 - 2 荷重 - 変位関係

変位が増加しはじめた 0.1mm 以降においても荷重が緩やかに上昇した。短繊維を混入した全ての試験体で、破壊を生じた脚以外の 2 脚においてもひび割れの発生を確認することができた。

3.2 コンクリートひずみ

引張側および圧縮側コンクリートのひずみ履歴を図 - 3 に示す。引張側のゲージは、脚の交点から支点側に 100mm 離れ、下面から脚周りに 30° 回転した位置に貼付し、圧縮側のゲージは、脚の交点から支点側に 35mm 離れた上面に貼付した。同図は、引張側を正、圧縮側を負と表示した。図 - 3 a) の引張側ひずみは、はじめ荷重増加にともない上昇し、脚の交点から微細ひび割れが入り始めることで応力解放により減少した。T-00 ではひずみが急激に減少したのに対して、短繊維を混入した試験体では、ひずみの減少域でも荷重が増加した。また、図 - 3 b) の T-10 の圧縮側ひずみは、T-00 に比べ、負側に大きなひずみまで荷重を保持した。これらの結果から、短繊維のひび割れ面での架橋効果により、応力が伝達され、ひび割れ発生後においても荷重上昇が可能であったと判断できる。

4 耐荷力に関する考察

短繊維を 1.0% 混入することで最大荷重は、無混入のケースの 2.2 倍となった。これは、短繊維のひび割れ面での架橋効果に起因すると考えられる。加えて、今回の試験体の形状では破壊面が円形であったため、中立軸から遠い、引張ひずみ（ひび割れ幅）が大きくなる領域の面積が相対的に小さかったことが耐荷力に有利に働いたと考えられる。

耐荷力といくつかのパラメータの相関関係を調査した。図 - 4 に混入率と耐荷力の関係を示す。最大荷重と混入率の関係は、ほぼ直線的な関係になったが、ひび割れ荷重は、混入率 0.3% から 1.0% まではほぼ横這いになった。破壊力学特性値と最大荷重の相関関係を検討した結果を表 - 2 に示す。破壊力学特性値は、RILEM 法に準拠した曲げ試験により得られた値である¹⁾。これらの値と最大荷重に直線的な関係が得られ、相関係数が 1 に近い値となった。この結果、これらの値による耐荷力の評価が可能であることが確認できた。

5 まとめ

本実験により、以下の知見が得られた。なお、この知見は、1 つの形状寸法のみで確認されたものであり、実際の適用にあたっては、形状や寸法依存性の影響を

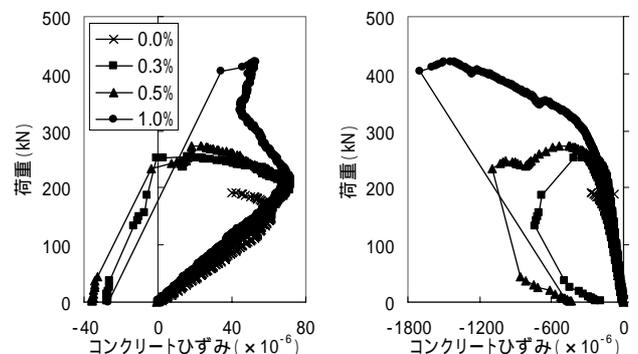
考慮する必要がある。

- 短繊維を混入した試験体は、ひび割れ発生による急激な荷重低下が見られず、荷重上昇または緩やかな荷重低下となった。
- 今回の試験体形状では、短繊維を 1.0% 混入することで、最大荷重が無混入の場合の 2.2 倍となった。
- 短繊維混入による耐荷力増加量は、破壊力学特性値によって評価可能であった。

謝辞：試験体製作の際に、(株)テトラにご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 伊藤始, 岩波光保, 横田弘: PVA 短繊維で補強した RC はりのせん断耐力評価に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.774, V-65, pp.123-138, 2004.11.



a) 下面ゲージ（引張） b) 上面ゲージ（圧縮）

図 - 3 コンクリートひずみ

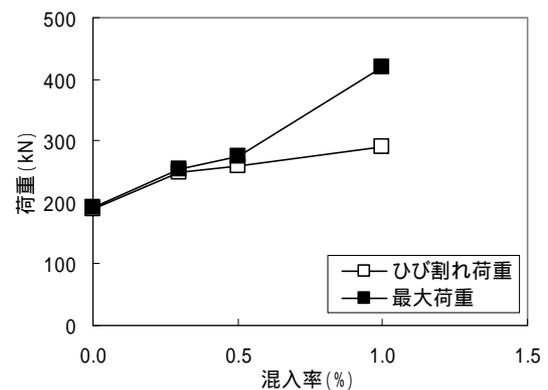


図 - 4 混入率と耐荷力の関係

表 - 2 各種パラメータとの相関係数

パラメータ	相関係数
混入率	0.987
破壊エネルギーの基本値 G_{F0}	0.998
折曲がり点応力 B_P	0.995
折曲がり点応力比 B_P/t	0.998