

様々な形状を有するリサイクルナイロン繊維で補強したモルタルの力学性能

北海道大学大学院工学院 学生員 ○山口 駿(Yamaguchi Shun)
北海道大学大学院工学研究院 フェロー 横田 弘(Yokota Hiroshi)

1. はじめに

海洋中に廃棄されたナイロン製漁網による海洋生態系への影響が問題となっており、使用済みの漁網を適切に処理する必要がある。一方、有機短繊維をモルタルに混入し、ひび割れ後の性状を改善させる方法が広く用いられている。この繊維として漁網を裁断して製造したナイロン繊維を用いることができれば、漁網のリサイクルにも貢献することになる。

既往の研究¹⁾において短繊維状に裁断した漁網をモルタルに混入して力学性能を評価し、ナイロン短繊維のある程度の有効性が確認できている。本研究では短繊維に加えて、漁網を様々な形状に裁断し、裁断したナイロン繊維を混入したモルタルの力学性能を実験により比較し、評価した。

2. 試験概要

2.1 漁網繊維

用いた漁網繊維の直径は 0.23mm で、これらを図-1 に示すように、短繊維 (F)、クロス (X)、シャープ (#)、シート (S) の 4 形状に裁断した。F は結び目がない直線状の短繊維で、長さは 10mm である。X は端から端までの長さが 20mm で、中央に結び目が一つあり、それに二本の繊維が交差する形になっている。# は端から端までの長さが 20mm で、結び目が四つあり、一つの結び目に二本の繊維が交差する形になっている。S は漁網を 40×160mm の長形状に裁断して、そのまま用いている。

2.2 供試体の作製と試験方法

作製したモルタル供試体は、40×40×160mm の角柱とφ50×100mm の円柱の 2 種類とし、同一ケースで 3 体ずつ作製した。モルタルの配合は、既往の研究¹⁾を参考に、W/C は 0.45、S/C は 1.5 とし、セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には川砂を使用した。繊維の混入率は、S を除いていずれもモルタルに対して体積外割比で 1.0%、2.0% の 2 水準に設定した。また、S を用いる場合は、1 層では底面から 6mm の位置に、2 層ではそれよりさらに 6mm 上方の位置に、また 3

層ではさらに 6mm 上の位置に繊維シートを水平に配置した。その際、シートをモルタルの打込み面にメッシュの方向が供試体の軸方向になるようにし、引張力は導入していない。なお、1 層あたりの体積比は約 0.053% である。

3. 試験結果

3.1 圧縮強度

図-2 に各供試体の圧縮強度 (3 体の平均値) を示す。ここで、繊維記号に続く数字は混入率 (1 は 1.0%、2 は 2.0%) あるいはシートの層数を示している。F は両ケースとも繊維を混入していないプレーン (P) とほぼ同様に、また # と X は P よりも圧縮強度が小さくなった。いずれのケースも繊維の混入率が増えると圧縮強度が低下した。繊維を混入すると、繊維が空隙のようにふるまって圧縮強度が低下すると考えられており¹⁾、これと同様の現象が確認できた。さらに、#、X は結び目があり、これを起点として変形しやすいため、モルタルと繊維の間に空隙が生じ、さらなる強度低下に至ったものと考えられる。

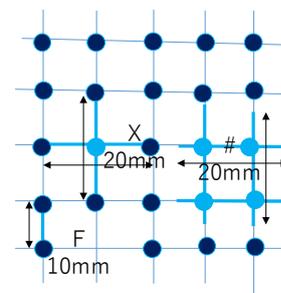


図-1 繊維の裁断状況

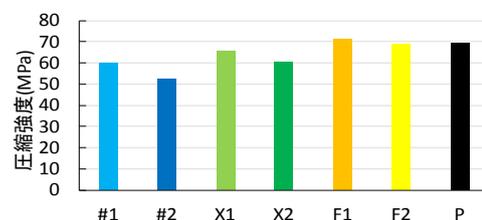


図-2 圧縮強度

キーワード リサイクルナイロン繊維、廃棄漁網、圧縮強度、荷重-変位関係

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院 TEL011-706-6204

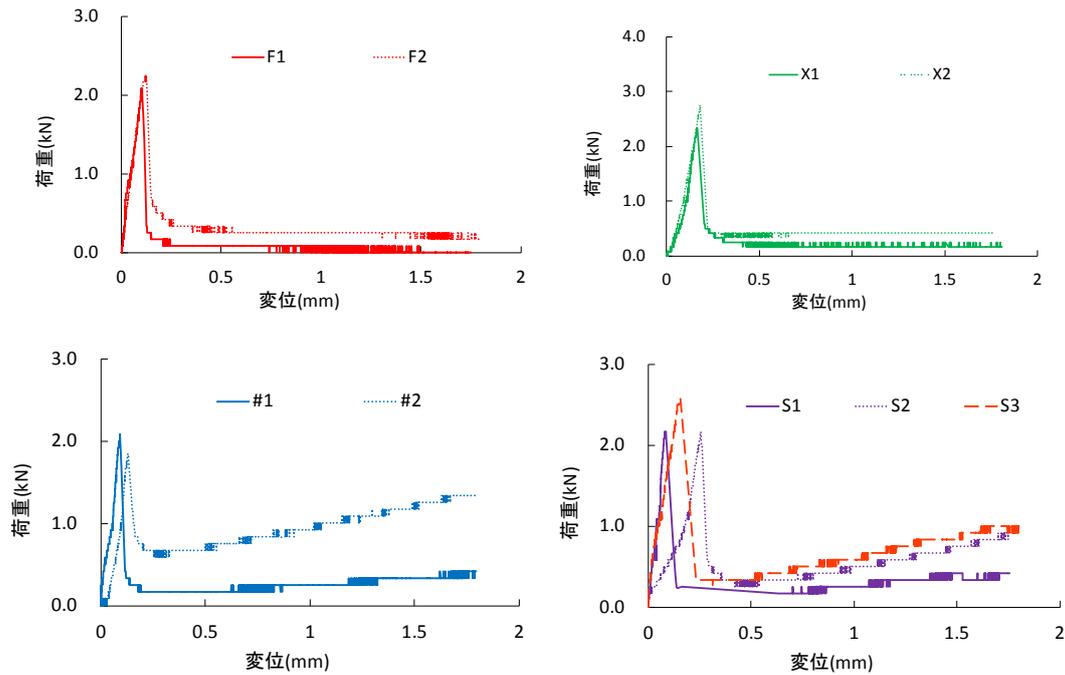


図-3 荷重-変位曲線



図-4 #2(左)と X2(右)のひび割れ面

3.2 曲げ荷重-変位関係

曲げ載荷試験で得られた各供試体の代表的な荷重-変位曲線を図-3に示す。曲げ破壊荷重を比較すると、Xが2.8kN程度で最も大きく、一方#2が1.8kN程度で最も小さくなった。その理由としてひび割れ面での架橋繊維本数の違いが考えられる。#2とX2でのひび割れ面の状況を図-4に示す。#2ではひび割れ面での架橋本数が少なく、逆にX2のひび割れ面での架橋本数が多いことがわかる。架橋本数の相違は、#の結び目により繊維の分散性が悪くなったことが影響しているものと考えられる。

ポストピーク時での保持荷重では、Fが各混入率において最も小さく、次いで、Xとなった。この要因として繊維長の違いが考えられる。Fの繊維長は10mmとXの半分であることから、ひび割れ面での引き抜け抵抗が小さくなったと考えられる。また、ポストピーク時での保持荷重が最も大きくなったのは、#2であった。これは#の形状が結び目を多数有することから、モルタルとの摩擦

抵抗が大きくなり、繊維の引き抜け抵抗が大きくなったことによると考えられる。

このように、結び目の存在が力学的性質の向上に寄与する場合とそうでない場合があることがわかり、今後詳細な検討を予定している。

4. まとめ

本研究で得られた結果を次にまとめる。

- (1) リサイクルナイロン繊維は、漁網の形態を活かした形状とすることで、短繊維として用いる場合と比べて力学性能の改善が期待できる。
- (2) Xを用いた場合は、曲げ破壊荷重が大きくなる一方で、圧縮強度は小さくなる。
- (3) #を用いた場合は、繊維に結び目が多くあることから、ポストピーク時での大きな保持荷重が期待できる。
- (4) 漁網をそのままシート状に混入すると、ポストピーク時の高い保持荷重が期待できる。
- (5) 漁網裁断の手間を考えると、#の形状が圧縮強度の低下はあるものの引張性能が大きく改善されることから、最も有効である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 17H03293の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 海野太貴, 横田弘: リサイクルナイロン繊維のモルタル補強効果に関する検討, 平成29年度土木学会北海道支部論文報告集, 74, 2018年1月