アラミド繊維によるコンクリートの収縮ひび割れ低減効果

岐阜大学大学院　学生会員　○竹山　忠臣
中日本高速道路株式会社　正会員　河合　正則
帝人テクノプロダクツ　出井　丈也
岐阜大学　正会員　内田　裕市

1. はじめに

コンクリートの収縮ひび割れの低減に短繊維が用いられることがある[1)]。収縮ひび割れの低減を目的として混入する繊維を最適化するには，ひび割れ発生後，ひび割れ幅の拡大を伴うことなく，ただちに応力を発生させるために，ヤング率の高い繊維，付着力の大きい繊維を選択することが必要である。また，収縮ひび割れの低減が目的の場合，繊維を短くして繊維の本数を増やすことにより，ひび割れ面に交差する繊維の本数が増え，より高い架橋効果が期待できると考えられる。

本研究では，収縮ひび割れ低減を目的とした繊維の最適化を行うため，繊維の寸法，混入量，種類をパラメータとした収縮拘束試験を行い，特に今回は，引張強度が高く，ヤング率の大きいアラミド繊維に着目することとした。

2. 実験概要

2.1 供試体

本試験では**図 - 1** に示すような，供試体を用いることとした。拘束には H100×100 型鋼で行うこととし，全長を 700mm とし，端部を片側計 6 本のボルトでコンクリート（モルタル）と H 型鋼を結合することとした。ただし，コンクリートと H 型鋼の乾燥収縮ひび割れが発生後にひび割れが断面を貫通するとその断面で，H 型鋼とコンクリートがずれるため，そのずれを低減する目的で H 型鋼上面に D13 の異形鉄筋 1 本を全長にわたって配置することとした。

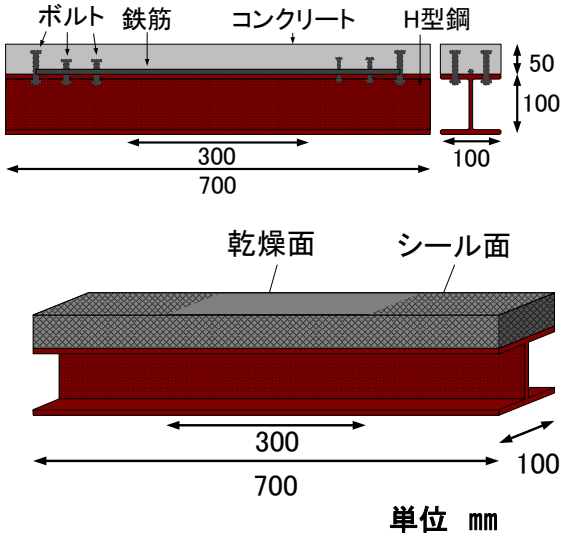


図 - 1　供試体

本試験ではモルタルを対象とすることとし，その配合を**表 - 1** に示す。試験体の厚さは 50mm とすることとした。さらにボルト位置でひび割れが発生しないようにするために，供試体の両端より 200mm の区間は全面シールして乾燥させないこととした。したがって試験区間は中央の 300mm とした。また乾燥は 1 面のみとするために試験区間の両側面もシールすることとした。

表 - 1　配合表

W/C (%)	単位質量　(kg/m^3)		
	C	S	W
60	453	1358	272

2.2 試験のパラメータ

本試験ではアラミド繊維を主な対象として試験を行った。使用したアラミド繊維の材料特性を**表 - 2** に示す。試験のパラメータとしては，繊維径，繊維長，繊維の混入量の 3 点について検討した。

繊維の直径は，12，21μm の 2 種類，繊維の長さは，1，3，6，15mm の 4 種類，繊維の混入量は、体積比で 0.05，0.1，0.2%の 3 種類とし，この 3 つのパラメータを変えて試験を行った。さらに，繊維の比較のため， PVA 繊維についても検討した。PVA 繊維は，それぞれ直径 14μm で繊維長 6mm のものと直径 40μm で繊維長 12mm のものと直径 100μm で繊維長 8mm の 3 種類とした。

キーワード　アラミド繊維，収縮ひび割れ，架橋効果，モルタル
連絡先　〒501-1193　岐阜市柳戸 1 番 1　岐阜大学工学部　ＴＥＬ058-293-2406

表 - 2　アラミド繊維の材料特性

	比重	引張強度		引張弾性率		破断伸度
	g/cm^3	cN/dtex	N/mm^2	cN/dtex	kN/mm^2	%
アラミド繊維	1.39	25	3430	520	72.5	4.6

2.3　供試体の製作と計測方法

打設後，ラップをして実験室内に静置して，2 日後に脱型し，材齢 7 日まで 20℃の恒温室で湿布養生を行った。養生終了後，計測室に移動し，ただちに供試体側面および試験区間外はシリコンを用いてシールし乾燥を開始した。ひび割れの計測は，供試体の表面の試験区間 100×300mm に幅方向を 4 等分する直線を 3 本引き，各線上をマイクロスコープで走査し，各線上で計測されたひび割れ幅の平均値をひび割れ幅とした。供試体は 1 条件 2 体とした。

3.　実験結果

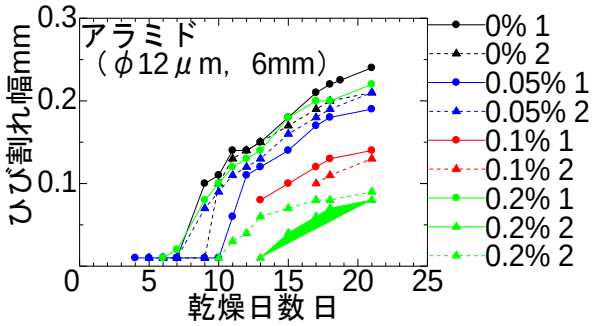
乾燥開始数日程度で供試体表面にひび割れ幅が 0.1mm 以下の複数の微細ひび割れが発生し，その後，この内の 1 本が巨視的なひび割れに発展した。初期に発生する微細ひび割れ性状は繊維のパラメータと相関性が認められなかったため，供試体に発生した巨視的なひび割れについて繊維の効果を評価することとした。図 - 2(a)～(d)に乾燥ひび割れのひび割れ幅と乾燥日数の関係を示す。

・図 - 2(a)より，混入量が多いほど，ひび割れ幅は小さくなるが，混入量が 0.05%以下では効果が見られなかった。

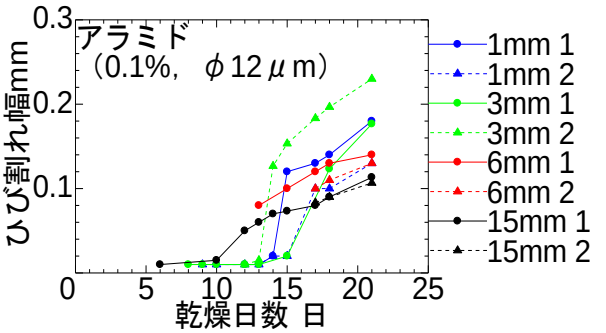
・図 - 2(b)より，繊維長が長いほど，ひび割れ幅は小さくなる傾向がみられるが，繊維長 1mm でもひび割れ抑制効果があることが分かった。

・図 - 2(c)より，繊維径が細い方が，ひび割れ幅が小さくなった。

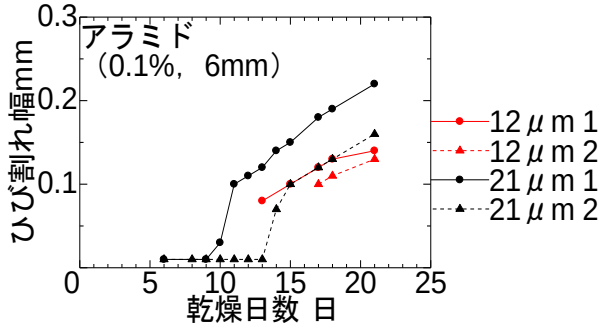
・図 - 2(d)より，PVA 繊維に関しては，パラメータを変化させても，あまり大きな変化はなかった。また，アラミド繊維の方が PVA 繊維よりもひび割れ幅は若干小さくなる傾向がみられた。



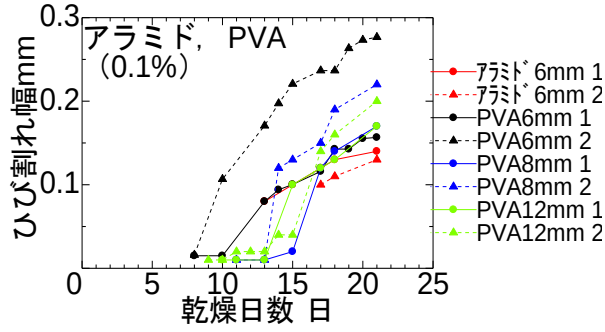
(a)　混入量とひび割れ幅



(b)　繊維長とひび割れ幅



(c)　繊維径とひび割れ幅



(d)　繊維の種類とひび割れ幅

図 - 2　実験結果

4.　まとめ

本試験において，ひび割れ幅に及ぼす繊維混入量，繊維長，繊維径，繊維の種類の影響を検討した結果，アラミド繊維によるひび割れ抑制効果に対しては，繊維の混入量は 0.1%以上，繊維長は 1mm でも効果があり，繊維径は細い方が効果的であることが分かった。また，繊維寸法が異なるため明確ではないが，PVA 繊維よりもアラミド繊維の方が，ひび割れ抑制効果が若干高いことも確認できた。

参考文献　1) 伊澤他：短繊維によるモルタルのひび割れ抑制効果，土木学会第 59 回年次学術講演会，5-510，2004