

アラミド短繊維混入によるコンクリートの曲げじん性向上効果

コンクリート研究室 趙 玉国
指導教官 下村 匠
丸山 久一

1. はじめに

近年、トンネルや高架橋などの構造物において、コンクリート片の剥落が発生し、コンクリート構造物の耐久性が問題となっている。

コンクリート構造物片の剥落を防ぐ技術として繊維補強コンクリートのコンクリート構造物への適用が注目されている。しかし、繊維補強コンクリートは普通コンクリートに比べ、施工性が劣るため、一般には利用しにくい。また、技術基準、合理的な設計手法は確立されていないので、多数存在する繊維材の中から最適な材料を選定することが難しいのが現状である。

現在よく使われている鋼繊維は強度が高い反面、防錆性の面で問題があり、使用用途によっては適用できない場合もある。更に、鋼繊維補強コンクリートを廃棄する際、鋼繊維の腐食が影響して、処理が困難になるという問題が発生する。これに比べて、合成繊維は腐食しなくて、軽量で取り扱いが容易であるため、鋼繊維に代わる材料として、注目を集めている。

そこで本研究では、アラミド短繊維混入によるコンクリートの曲げじん性向上効果を明確にし、既往の評価方法の問題点について、解決方法を提案した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

ベースコンクリートの配合を表一1に示

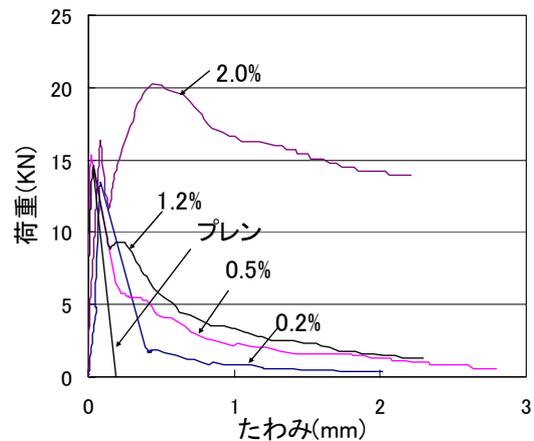
す。アラミド短繊維 T-321 凹凸はファイバーを樹脂で集束されたものである(以下、アラミド繊維とする)。アラミド短繊維と比較するために、ビニロン繊維、鋼繊維を用いた。繊維混入率は体積率である。表一2に繊維の物性値を示す。

表一1 ベースコンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位体積質量(Kg/mm ³)				
		W	C	S	G	SP
45	44	175	389	740	960	7.78

表一2 繊維の物性値

品名	糸径	長さ	密度	引張強度	ヤング率
	mm	mm	g/cm ³	kg/mm ²	kg/mm ²
アラミド	0.60	30	1.26	125	2650
鋼繊維	0.60	30	7.85	240	20000
ビニロン	0.66	30	1.3	90	3000



図一1 アラミド繊維混入率 0.2%~2.0%の荷重一変位曲線

2.2 試験方法

曲げ試験用供試体は 100X100X400mm の角柱供試体を用い、材令 28 日で、スパン 300mm、3 等分 2 点荷重の曲げ試験を行った。試験は荷重板の変位を制御とし、その速度は 0.004~0.03mm/min とした。

3. 実験結果と考察

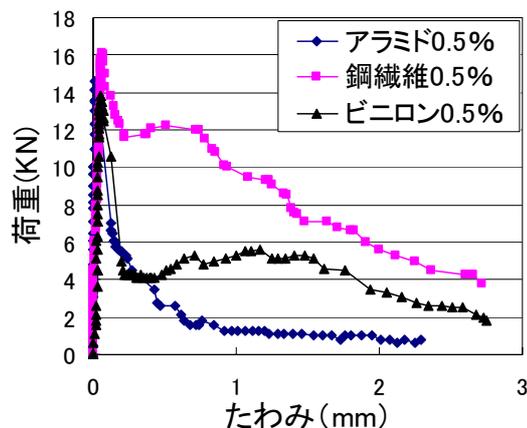
3.1 荷重—変位曲線

アラミド T-321 凹凸混入率 0.2%~2.0% までの荷重—変位曲線を図一1 に示す。プレーンコンクリートはひび割れ発生後、曲線が即座に降下し、破断するのに対し、繊維補強コンクリートは降下が途中で食い止められ、混入率が大きい場合には再び上昇する挙動を示した。ひび割れ荷重は繊維混入率に依存せずほぼ一定である。以上のことから、繊維補強効果が得られるのはひび割れ発生以降であることが明らかにされた。

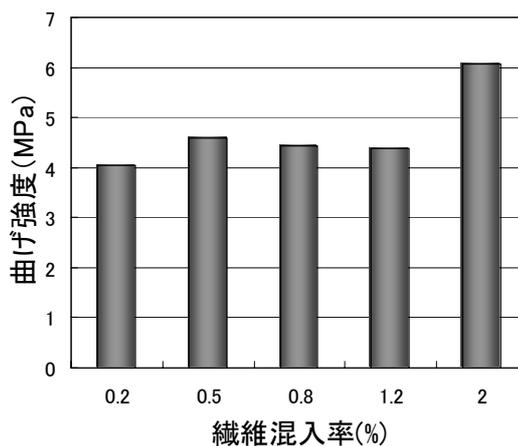
繊維混入率が 0.5% の場合の鋼繊維、ビニロン繊維、アラミド繊維補強コンクリートの荷重—変位曲線を図一2 に示す。ひび割れ荷重は繊維の種類によらずほぼ一定であるが、ひび割れが発生して、急激な荷重低下の後、ひずみの増加に伴って、鋼繊維、ビニロン繊維よりアラミド繊維の荷重の低下が激しい。

3.2 曲げ強度

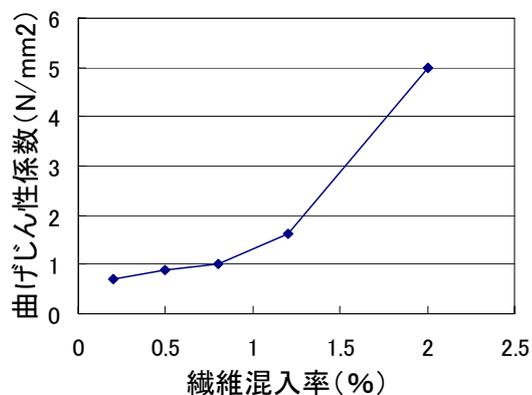
図一3 のように、アラミド繊維は曲げ強度が混入率 1.2% まで、繊維混入率に依存せずほぼ一定であるが、繊維混入率は 2.0% になると、曲げ強度の増加することが確認された。繊維混入率が同一の場合、T-321 凹凸、鋼繊維、ビニロン繊維の曲げ強度はほぼ同じである。圧縮強度は繊維の混入による影響が認められなかった。



図一2 繊維混入率 0.5% のアラミド、ビニロン、鋼繊維の荷重—変位曲線



図一3 アラミド繊維の曲げ強度



図一4 アラミド繊維の混入率 0.2%~0.5% の曲げじん性係数

3.3 曲げじん性係数

曲げじん性係数を図一4～5に示す。アラミド繊維補強コンクリートの曲げじん性係数は繊維混入率を増加させると大きくなった。繊維混入率が同一の場合、鋼繊維、ビニロン繊維補強コンクリートよりアラミド繊維補強コンクリートのほうが小さい。

4. 既往の評価方法の問題点

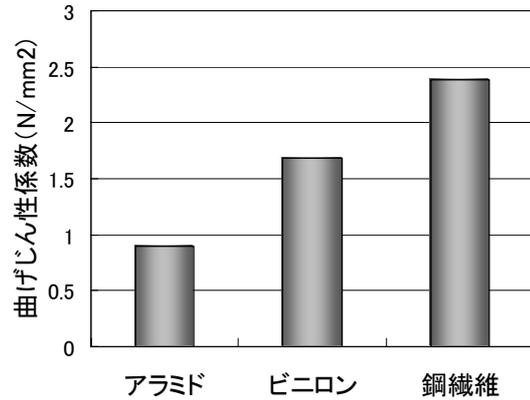
図一6のように、弾性率の低い短繊維で補強されたコンクリートは4点曲げ試験を行った時、混入率の低い場合、最大荷重点以降も急激に破壊進行し、不安定な破壊を起こしやすい。曲げじん性係数を算出する時、その部分のデータの信頼性が欠けると思われる。また、たわみ2mmまでの曲線に囲まれた面積がほぼ同じで、曲げじん性係数の差が小さいため、曲げじん性係数をパラメータとして、繊維補強効果を評価するのが難しいと思われる。

5. 繊維補強効果のみの評価方法

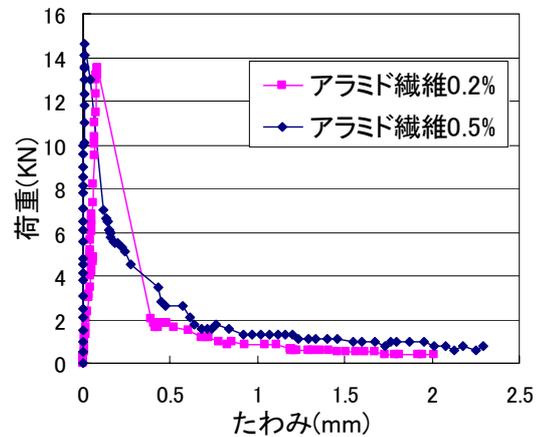
図一7のように、線分OBでたわみ2mmまでの曲線に囲まれた面積を二つに分ける。B点は急激な荷重低下の止まったところで、C点とD点はたわみ2mmところの荷重と変位である。三角形OABはベースコンクリートに依存する部分で、多角形OBCDは繊維に依存する部分であると考えられる。本研究では、繊維に依存する部分のみの評価方法を提案した。

6. B点の特定方法

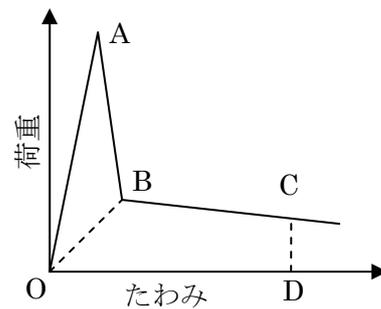
図一8のように、通常の載荷方法で得られた曲線において、B点を特定しにくい。新しい載荷方法はひび割れが発生する時、載荷を停止し、荷重が急激に低下する。荷重低下が止まった後、再び載荷する。この載荷方法でB点が特定できる。



図一5 混入率0.5%の曲げじん性係数



図一6 混入率0.2%と0.5%の曲線



図一7 曲線のモデル化

7. 評価方法の比較

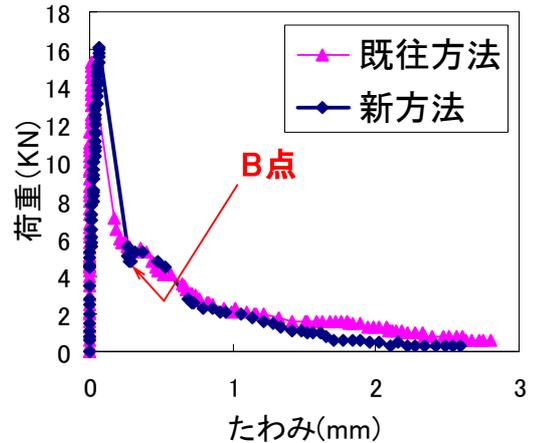
図—5.9 のように面積を二つに分けて、繊維に依存する部分だけの面積を算出すると、ひび割れ発生後、急激に荷重の低下する影響は避けられる。計算結果は図—10 のように、混入率が低くなると、プレーンコンクリートの性質に依存する部分の面積が大きくなるため、繊維補強効果が小さくなる。繊維混入率が低い場合、従来法よりより正確に繊維補強効果が評価できる。

8. まとめ

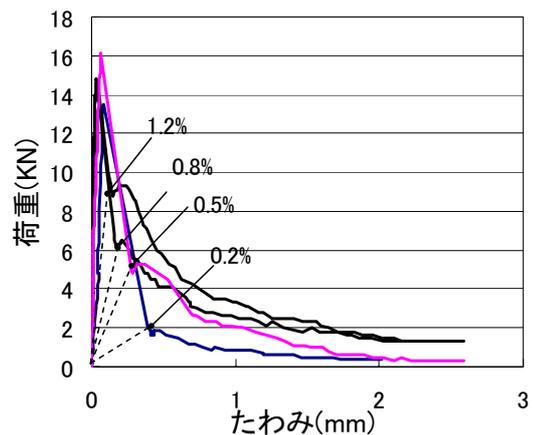
- (1) アラミド繊維補強コンクリートの曲げ強度は繊維混入率が一定の値以下では、最大荷重がプレーンコンクリートのひび割れ荷重であるため、繊維混入率によらずほぼ一定である。
- (2) アラミド繊維補強コンクリートの曲げじん性係数が繊維混入率を増加させると増大する。
- (3) 繊維に依存する部分のみを評価すると、ひび割れ発生後、急激な荷重低下の影響は避けられると考えられる。この方法で繊維混入率が低い場合でも、より正確に繊維補強効果が評価できる。

参考文献

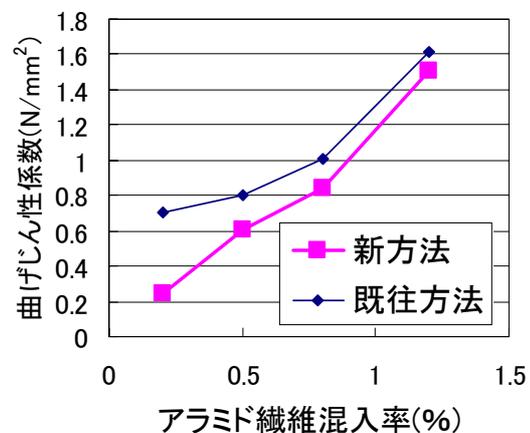
- [1] 財団法人高速道路技術センター：繊維補強材を使用したコンクリートの適用性検討報告書、平成 14 年度
- [2] 住学、竹内博幸、中出睦、谷垣正治：ビニロン繊維補強コンクリートに関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No1、pp.257-262、2003
- [3] 細田暁、菅野貴浩、石橋忠良：合成短繊維添加によるコンクリート片の剥落対策、コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No1、pp.275-280、2003



図—8 B点の特定方法



図—9 曲線の分け方



図—10 評価方法の比較