

V-303

上面増厚工法における鋼繊維混入率分布とその非破壊検査法に関する一考察

住友大阪セメント（株） ○正会員 松本 公一
日本道路公団 仙台支社 三浦 憲
同 高橋 修二
住金制御エンジニアリング（株） 小林 日出人

1. はじめに

橋梁の補修・補強工法として、高速道路を中心に施工されている上面増厚工法では、鋼繊維の混入によりその補強効果が大きく改善されることが確認されている¹⁾。しかしながら、同工法で鋼繊維補強コンクリートは、専用のコンクリートフィニッシャーで比較的薄層に施工されるため、鋼繊維の偏在、沈降が懸念される。今回、主に RC 床版の押抜きせん断補強を目的として施工されている「床版上面増厚工法」を対象として、増厚コンクリートの鋼繊維混入率の平面的な分布を非破壊検査法により測定した。本報では、主にその測定結果について報告する。

2. 鋼繊維混入率の非破壊検査方法

今回検討した鋼繊維混入率の非破壊検査法は、電磁誘導法を利用した従来の検査方法に改良を加え、平面的に打設された鋼繊維補強コンクリートに適用可能なようセンサ部を平面としたものである。測定原理は図-1 に示すように、送信コイルで発生した磁束の変化量を受信コイルで検出し、鋼繊維の混入率（量）を測定するものである。なお、今回使用した測定器では、測定対象の鋼繊維補強コンクリートの厚さは 6cm を標準としている。

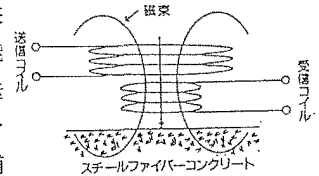


図-1 測定原理

3. 測定の概要

鋼繊維混入率の測定は、幅約 5m の RC 床版を想定した無筋コンクリートの試験ヤードに、専用のコンクリートフィニッシャーで設計厚さ 6cm を目標として、敷き均された鋼繊維補強コンクリートを対象とした。鋼繊維補強コンクリートの配合を表-1 に示す。なお、今回鋼繊維はプラントにおいて、コンクリートの練混ぜ中に混入している。試験ヤードの延長は約 30m であるが、横断勾配の影響を検討するために、一部に 4% の横断勾配を設定した。非破壊検査による鋼繊維混入率の測定は、対象部を 25cm メッシュに区切り、その中央部で実施した。また、鋼繊維補強コンクリートの硬化後、数箇所から $\phi 10\text{cm}$ のコア供試体を抜き取り、厚さ約 15mm に切断し、深さ方向の鋼繊維混入率の分布を非破壊検査により測定した。なお、この場合供試体の厚さが 60mm と大きく異なるため、表-2 に示すような実験的に求めた補正係数を乗じて測定値を補正している。その後、この供試体を粉砕、鋼繊維を回収して、鋼繊維混入率を実測した。また、一部においては、鋼繊維補強コンクリート打設直後から、測定を開始し、コンクリートの硬化が測定精度に及ぼす影響についても検討を加えた。

4. 測定結果および考察

図-2 は、平坦部における鋼繊維混入率の測定結果を示したものである。この場合の混入率の平均値は、1.46vol.%、変動係数は 8.5% であり、配合上の混入率 1.27vol.% と比べて、若干高い混入率を示す

表-1 鋼繊維補強コンクリートの配合

区分	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					減水剤 (C%)
			C	W	S	G	SF	
硬練り	53.5	55.4	329	176	964	818	100	1.5
軟練り	53.5	55.4	336	180	955	810	100	1.5

表-2 補正方法

材料厚さ(mm)	10	20	30	40	50	60
補正係数(k)	3.4	1.7	1.4	1.1	1.1	1.0

鋼繊維混入率(補正後) = 補正係数(k) × 鋼繊維混入率(実測値)
なお、厚さ10~20mm程度の場合、補正係数(k)は直線補間に対応

縦断方向 25cmピッチ		横断方向25cmピッチ→												中心	
		* 測定は施工後翌日													
		* 単位: vol.%													
走行方向 ↓	1.81	1.69	1.33	1.28	1.66	1.44	1.22	1.45	1.40	1.44	1.42	1.42	1.42	1.18	1.29
	1.57	1.70	1.39	1.26	1.40	1.46	1.23	1.42	1.53	1.18	1.48	1.41	1.54	1.41	1.54
	①1.83	①1.70	1.41	1.36	1.44	1.43	1.31	1.48	1.48	1.48	1.41	1.41	1.41	1.41	1.54
	②1.56	②1.32	1.29	1.27	1.42	1.43	1.27	1.24	1.24	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
	③1.51	③1.39	1.60	1.19	1.41	1.31	1.46	1.46	1.46	1.29	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
	④2.08	④1.88	1.51	1.47	1.45	1.64	1.44	1.37	1.37	1.39	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
	⑤1.99	⑤1.74	1.51	1.24	1.57	1.67	1.49	1.39	1.39	1.39	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
	⑥1.75	⑥1.73	1.50	1.22	1.46	1.38	1.43	1.50	1.50	1.61	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
	平均値(全サンプル): 1.46vol.%														
	変動係数(全サンプル): 8.5%														

図-2 非破壊検査による鋼繊維混入率分布測定結果(平坦部)

【キーワード】 上面増厚工法、非破壊検査、鋼繊維、混入率分布

【連絡先】 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 番地 TEL.0474-57-3975 FAX.0474-57-7871

ことが確認された。これらの変動の原因としては、鋼繊維混入率自体が変動していること、施工厚さが幅員方向に変動していることや鋼繊維補強コンクリートが表面パイププレートで締め固められているため、鋼繊維の沈降が生じていることなどが考えられる。なお、端部において若干高い混入率を示すのは、端部に設置されたレール型枠の影響と考えられる。

図-3 は、4%の横断勾配を有する試験区間における鋼繊維混入率の測定結果を施工幅員との関係で示したものである。図より、4%の横断勾配があるにも拘らず、鋼繊維は幅員方向にほぼ均質に分散していることが分かる。これらの測定箇所における混入率の測定結果は平均値で、1.31、1.36vol.%、変動係数で8.7%程度であって、平坦部の場合と同じく、配合上の混入率よりも、若干高い混入率を示すことが確認された。

以上により、表面パイププレートを備えた専用のコンクリートフィニッシュを用いて、鋼繊維補強コンクリートを機械化施工した場合であっても、極端な鋼繊維の偏在等は生じないことが確認された。

図-4 は、コア供試体から回収した鋼繊維量から算出した鋼繊維混入率の実測値と非破壊検査により測定した鋼繊維混入率との関係を示したものである。図より、非破壊検査法により鋼繊維混入率はほぼ推定可能であることや非破壊検査法による混入率は実際の混入率よりも若干高目の値を示すことなどが分かる。

図-5 は、図-2 の①～⑫の測定箇所において、鋼繊維補強コンクリートの打設直後からの混入率の測定結果を示したものである。図より、コンクリートの硬化に伴い混入率の測定結果が暫増して行く傾向が伺える。この原因は定かではないが、時間の経過に伴う磁場状況の変化等が考えられ、今後更に検討することとしたい。

5. まとめ

床版上面増厚工法に用いられる鋼繊維補強コンクリートを対象に、電磁誘導法を用いた非破壊検査法を用いて鋼繊維混入率を測定した。その結果を取りまとめると、以下のようになる。

- (1) 非破壊検査による鋼繊維混入率の測定結果は、配合上の混入率に比べて若干高い値を示すものの、実用上ほぼ問題のない精度で鋼繊維の混入率を把握可能であることが確認された。
- (2) 専用のコンクリートフィニッシュで施工された鋼繊維補強コンクリートにおいては、極端な鋼繊維の偏在等は発生せず、ほぼ均質に分散されていることが確認された。

鋼繊維混入率の非破壊検査器は（社）鋼材倶楽部スチールファイバー委員会のご協力を得て開発されたもので、また実際の施工に関しては日本道路（株）のご協力をいただきました。ここに記して感謝致します。

<参考文献> 1) 松井ら；増厚工法による RC 床版補強の耐久性評価、構造工学論文集 vol.38A、1992

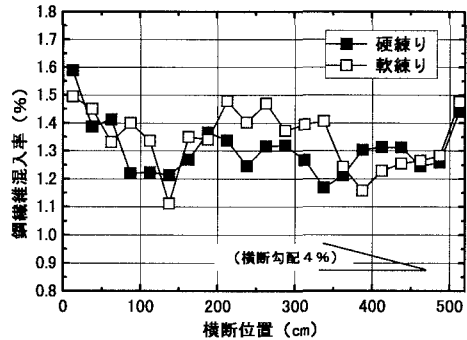


図-3 横断方向の鋼繊維混入率分布測定結果

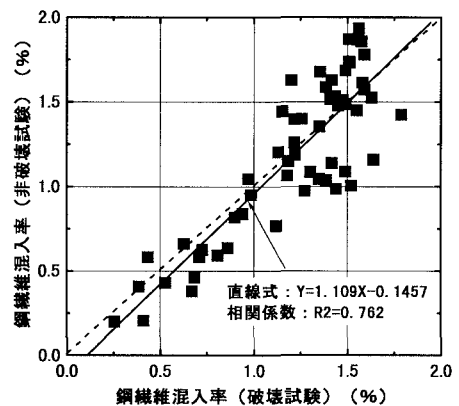


図-4 非破壊試験と破壊試験による鋼繊維混入率の比較

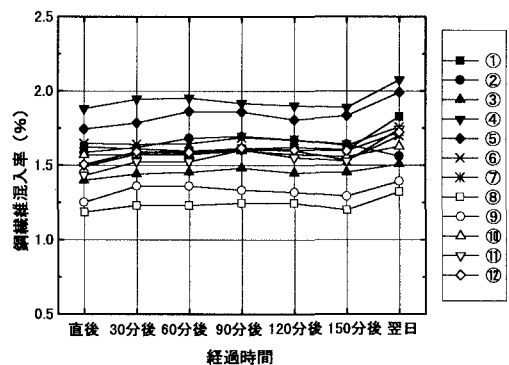


図-5 鋼繊維混入率測定結果の経時変化