

供用中の鉄筋コンクリート桁における鋼繊維補強モルタル吹付け界面性状の超音波計測

岐阜大学 正会員 鎌田敏郎 六郷恵哲
 JR 東海 正会員 関雅樹 丹間泰郎 日建設計 川満逸雄
 岐阜大学 学生会員 若槻晃右 林承燦 浅野雅則

1. はじめに

既設コンクリート部材に鋼繊維補強モルタル（以下 SFRM とする）吹付けによる補修・補強を行う場合、既設コンクリートの表面と吹付けた SFRM との付着状況を確認することは極めて重要である。現在、この確認方法としては、建研式付着試験などの局部破壊試験が用いられているが、局部破壊試験では実施可能な数量や調査箇所などの点での制約が大きいばかりでなく、付着界面以外で破壊した場合の破壊強度は必ずしも界面性状を評価していることにはならないなど、問題点が多いのも実情である。



写真-1 構造物の概況

そこで本研究では、SFRM 吹付けによる補強を施した供用中の鉄筋コンクリート桁を対象として、超音波法により得られる界面からの反射波を用いて、界面性状を非破壊的に評価する方法の可能性を検討した。

2. 計測概要

2.1 対象構造物

新線建設に伴って撤去される既設の高架橋に対して、SFRM 吹付けによる桁の補強実験を行った¹⁾。構造物の概況を写真 - 1 に示す。SFRM の吹付けは、桁の下面をウォータジェットにより 10mm 程度はつりとした後添え筋を施し（写真 - 2 参照）目標厚さを 100mm として行った。吹付けは、車両走行による振動を受ける状態（昼間施工）と、この影響を受けない状態（夜間施工）の 2 ケースについて実施した（図 - 1 参照）。本研究では、この昼間施工および夜間施工それぞれの桁に対して超音波計測を行った。なお、計測結果の評価において、明らかな欠陥（はく離）箇所における計測値を得ておくことが有効と考え、図 - 2 に示す 4 ケ所において吹

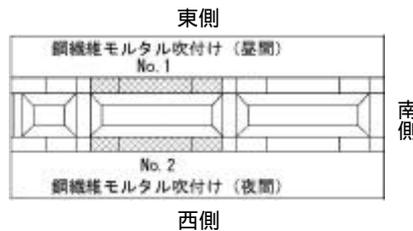


図-1 対象とした桁（2本）



写真-2 既設コンクリート表面

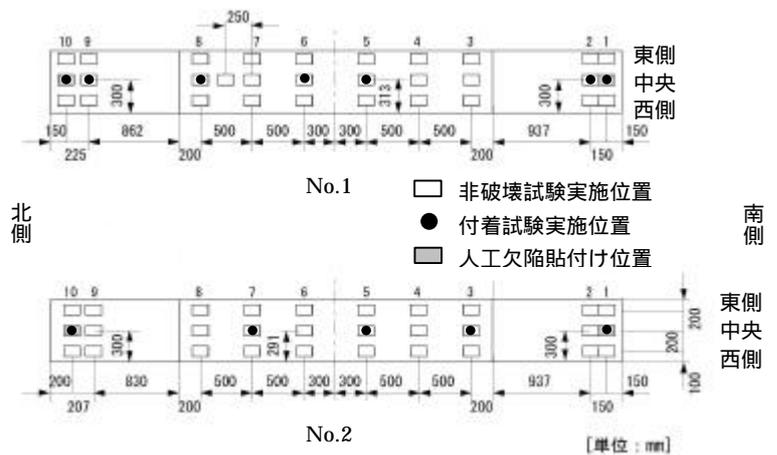


図-2 計測実施箇所概要

付け前に既設コンクリート表面にあらかじめガムテープを貼付し、人工的に欠陥箇所（10×10cm 程度）を設置した。なお、人工欠陥箇所が不明である条件下で、超音波計測を行った。

2.2 計測概要

超音波の計測は、桁下面（SFRM 表面）の図 - 2 に示す箇所において行った。2 探触子法により反射波を受

キーワード：補修・補強、吹付け工法、界面、付着、非破壊評価、超音波法

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科 Tel/Fax: 058-293-2470

信し、その到達時間により吹き付け界面からの反射によるものであることを確認した後、振幅値を記録した。計測はデジタル超音波探傷器により行い、直径 56mm の広帯域探触子を用いた。超音波の入射を確実にするため SFRM 表面をグラインダーにより研磨し、探触子との間に接触媒質を用いて SFRM 表面に密着させた（写真 - 3 参照）。なお、参考のため、図 - 2 に示す 12ヶ所において建研式の付着試験も併せて行った。



写真-3 探触子の設置状況

3. 結果及び考察

表 - 1 に、界面からの反射波の振幅値を、人工欠陥箇所の振幅値の最大値（吹き付け層の底面における完全反射の場合とみなせる）に対する割合として示す。界面からの反射波の振幅値は、界面を挟む 2つの物質の音響インピーダンス（音速と密度の積として定義される）の差が大きいほど高い値を示すことがわかっていて、したがって、界面部分に空隙がより多く存在するほど振幅値は大きくなる。この表によれば、振幅値の多くは 40% 以下であったのに対して人工欠陥位置を含めた数ヶ所で、これよりも大きな値が確認された。

表-1 反射波振幅値一覧

昼間施工 (梁No.1)												
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
北側	東側	B	A	B	A	B	A	C	A	A	A	南側
	中央	C	B	C	A	C	A	A	A	A	B	
	西側	C	C	C	A	A	B	A	A	-	-	
夜間施工 (梁No.2)												
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
北側	東側	-	A	B	A	A	A	A	A	B	A	南側
	中央	C	A	B	A	A	A	A	A	C	C	
	西側	B	A	A	B	A	A	A	A	B	B	

A : 0-40% B : 40-60% C : 60-100%

表 - 2 に、付着試験の結果を、破断箇所（既設コンクリート / 吹き付け界面 / SFRM のいずれか）と、それに対応した超音波振幅値との関係として示す。これによれば、本実験においては、付着界面で破壊したケースは全 12 箇所の中で人工欠陥箇所の 4 箇所のみであった。この 4 箇所における超音波振幅値の最小値は 72%（No.1-1 における 49 は、値の信頼性に乏しいため除いた）であるが、既設コンクリート側あるいは SFRM 側で破壊したケースではこれよりも振幅値が大きなものは含まれていない。破壊箇所が付着界面とならない場合は、付着界面に明らか欠陥が生じている可能性は少ないものと考えられる。この観点からみれば本実験の範囲内においては、振幅値が 60% 程度（既設コンクリート側で破壊した場合の振幅値の最大値が 63% であるため）以下であれば、界面破壊の原因となる程度の規模の欠陥が生じている可能性は少ないものと考えられる。表 - 1 によれば、振幅値が 60% 以下であるポイント（A および B）の割合は、昼間施工よりも夜間施工のほうが大きい。これより、本実験においては、車両走行時の振動を受けない条件下の方が、吹き付け界面に欠陥が生じていると思われる箇所が少ないものと考えられる。このように超音波振幅値は、吹き付け界面性状として空隙などの欠陥の有無を評価する指標として有効となる可能性が示された。したがって、今後、実際の現場においてこの手法を適用する場合は、超音波試験に併せて数点において付着試験を行い、まず、振幅値と付着試験結果との対応関係を明らかにした上で欠陥の有無の可能性を判断するためのしきい値を設定する。そして、得られた振幅値と設定したしきい値とを比較することにより、非破壊的に吹き付け界面性状の判定を行うことができるものと考えられる。

表-2 付着試験結果一覧

昼間施工 (梁No.1)												
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
北側	既設		51	26		63						南側
	界面	72									49*	
	SFRM						25			29		
夜間施工 (梁No.2)												
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
北側	既設					39		35		28		南側
	界面	x									100	
	SFRM											

4. まとめ

供用中の構造物で超音波計測を行い、SFRM 吹き付け界面からの反射波を受信することが可能であることを確認した。さらに、付着試験結果を併用して欠陥可能性を判定するためのしきい値を設定し、この値を用いて吹き付け界面の性状を非破壊評価する手法の可能性を明らかにした。

5. 参考文献

- 1) 川満他、鋼繊維モルタル吹き付けによる高架橋鉄筋コンクリート梁の補強実験、土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集