

非破壊試験による UHPFRC 補修界面の付着状態把握に関する研究

市民工学専攻 神園 若葉

指導教員 三木 朋広

1. はじめに

近年、高速道路の床版劣化が問題となっている。床版劣化対策として従来は鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）などで床版を厚く補強する床版上面増厚工法が使われてきた。しかし、これには課題がある¹⁾ため、超高性能繊維補強コンクリート（以下、UHPFRC）による上面増厚工法の使用が期待される²⁾。長期の耐用を目指すには旧コンクリートとの一体性が重要となる。一体性を確保するため界面の付着が重要となるが、内部モニタリングは目視観察だけでは限界があるため、非破壊試験によるモニタリングが必要となる。本研究では、非破壊試験として超音波透過法を用いて UHPFRC で補修した界面の付着状態を把握することを目的とした。

2. UHPFRC-RC 梁の超音波試験

1.1 実験概要

UHPFRC-RC 梁を 4 体作成し、曲げ载荷試験を実施した。界面処理の有無が異なる供試体を作成し、载荷試験前・試験中・载荷試験後に超音波透過試験を行い、界面の付着状態を推定した。また、载荷試験後に引き抜き試験を実施し、付着の判定を行った。表-1 に供試体の種類を示す。

1.1.1 供試体概要

表-2 に NC 配合、表-3 に UHPFRC 配合を示す。

図-1 に供試体・载荷試験概要（単位は mm）を示す。

ここでは、50 を省略し示している。

WU-20-S, WU-50-S は NC 打設後に遅延剤を塗布し、12 時間経過後高圧洗浄機で表面を洗い出し界面を粗くする処理を行った。WU-20-L, WU-50-L は処理を何も行っていない。すべての供試体において UHPFRC-RC 界面に接着剤は使用していない。

1.1.2 超音波試験概要

载荷試験前、载荷試験中の鉄筋降伏 1/2、鉄筋降伏時、载荷試験後に超音波試験を行い、伝播時間を測定した。WU-50-S においてはこれに加え中央変位 10mm でも計測を行った。WU-20-S, WU-50-S の载荷前、载荷試験中

は 54kHz, 3 パルス/4 秒で連続 10 回計測し、平均をとった。それ以外では、別の機器（50kHz）を使用した。これらの機器による伝播時間の違いは約 $2\mu s$ であった。

表-1 供試体の種類

供試体名	UHPFRC の厚み (mm)	断面寸 法(mm)	長さ (mm)	界面処 理
WU-20-S	20	200x400	1500	粗い
WU-50-S	50	200x400	1500	粗い
WU-20-L	20	200x400	2500	未処理
WU-50-L	50	200x400	2500	未処理

表-2 NC 示方配合

G _{max} (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE
20	8	67	4.5	49.1	165	246	907	956	0.4 92

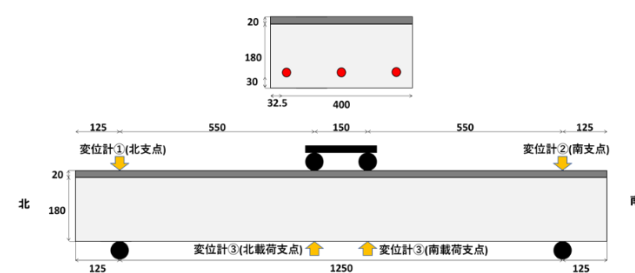
表-3 UHPFRC 示方配合

Air (%)	単位量(kg/m ³)						鋼繊維 SF
	W + W'	C	B	S	SP	DA	
		1287			Bx3.50 %	Bx0.50 %	3.0%vo l
2.0	200	927	360	905	38.6	6.4	235.5

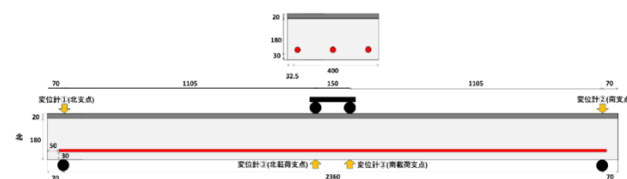
W：水，W'：混和剤，C：ポルトランドセメント

B：高強度混和材，S：サクセム用骨材

SP：高性能減水剤，DA：消泡剤



(a) WU-S シリーズ



(b) WU-L シリーズ

図-1 供試体・载荷試験概要

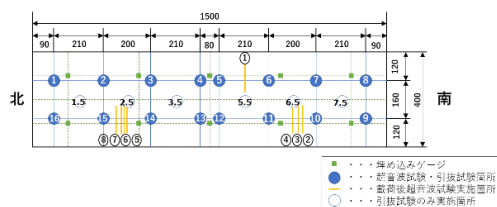


図-2 超音波試験・引き抜き試験場所

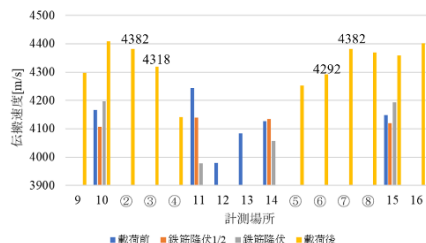


図-3 伝播速度

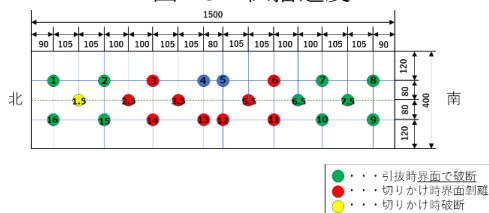


図-4 付着試験結果

1.1.3 付着試験概要

超音波試験を行った場所を中心に引き抜き試験を行った。引き抜き試験を実施する前に試験実施箇所にコア抜きで切りかけを入れた。引き抜く際にかかった最大負荷を計測し、破断面の観察をした。

1.2 実験結果と考察

載荷前に載荷点の高さを2点測定し、平均を梁全体の高さとし、これを超音波透過試験で測定した伝播時間で除し伝播速度を求めた。ここでは、WU-Sシリーズの結果を検討する。

1.2.1 WU-20-S

超音波試験・引き抜き試験実施場所を図-2に示す。ここでは、西側に着目し、9~16番の伝播速度を図-3に、付着試験結果を図-4に示す。

超音波試験の載荷試験後の値を比較すると、⑥と⑦で伝播速度に約100m/sの差があることから⑥より載荷点側で剥離が生じていると考えられる。これは、付着試験の結果から14-15番間で剥離していた結果と概ね一致する。

1.2.2 WU-50-S

超音波試験・引き抜き試験実施場所を図-5に示す。ここでは、西側に着目し、10~16の伝播速度を図-6に、付着試験結果を図-7に示す。伝播速度結果に着目すると①では10番と値の変化が小さいのに対し、②では差

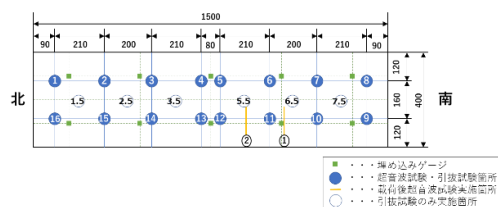


図-5 超音波試験・引き抜き試験実施場所

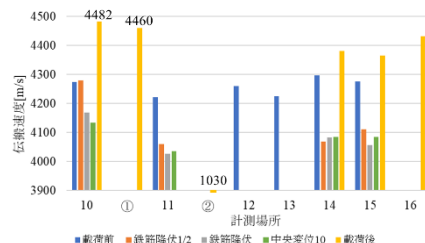


図-6 伝播速度

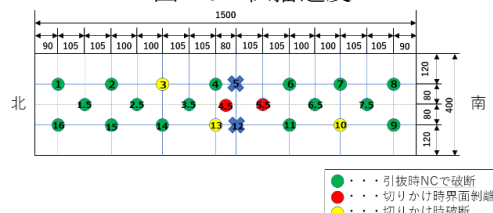


図-7 付着試験結果

が大きくなっていることから①~②の間で剥離が生じていると推定できる。また、付着試験結果からも11-12番間で剥離していたことと一致する。

3. 結論

- 1) 付着試験の結果から界面処理を行い、粗くしたものの方が付着が良くなることがわかった。
- 2) 超音波透過試験から推定した界面の状態と付着試験の結果が概ね一致したことから、超音波試験を行うことにより剥離範囲の推定が可能である。しかし、剥離していても場所により、ひび割れの影響や内部状態の違いによる値の差がある。

参考文献

- 1) 渡邊有寿：超高性能繊維補強セメント系複合材料(UHPFRC)を用いた各種補修・補強技術の最新動向，コンクリート工学年次論文集，Vol.59，No.5，pp.446-451，2021.5
- 2) 牧田通：超高性能繊維補強コンクリート(UHPFRC)の研究動向・利用状況—スイスの事例を中心として—，コンクリート工学年次論文集，Vol.50，No.5，pp.494-499，20012.5