

水硬性樹脂を用いた連続繊維シートの継手性状に及ぼす施工方法の影響

東急建設株式会社 正会員 ○笠倉 亮太, 前原 聡
早川 健司, 伊藤 正憲
東京理科大学 理工学部 土木工学科 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

東日本大震災の発生後の度重なる余震の発生をみると、これまで以上に迅速な損傷構造物の復旧が必要とされることが考えられる。このような状況の下、筆者らは水硬性樹脂が含浸された連続繊維シート（以下TST-FiSH(Fiber Sheets containing Hydorauclic-resin)）を損傷した柱に巻立て後、散水することで補強効果が得られる安全かつ迅速な復旧工法の開発を行っている¹⁾。

本工法で使用する水硬性ポリウレタン樹脂は、水との接触により炭酸ガスを発生させるため、接着強度が低下する場合があることを示した²⁾。また、柱等の損傷構造物に本工法を適用した場合、繊維シートの継手性状が従来のエポキシ樹脂を用いた場合と相違する可能性があることを示した¹⁾。本論文では、本工法による補強効果に対して最も重要な性能の一つである継手性状に着目し、これを確実に発揮させるための条件を明確にすることを目的とし、含浸樹脂量、散水量およびその施工方法等が継手性状に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2. 1. 使用材料

(1) 水硬性ポリウレタン樹脂

本実験で用いた水硬性ポリウレタン樹脂（粘度：35000～45000mPa・s at 25℃）は、一液硬化性であり、

表-1 供試体諸元

No	シリーズ	散水量 (仕上)			検討項目	備考
		W	H	W/H (設計)		
		(g/m ²)	(g/m ²)	(%)		
1	I	200	450	44.0	横向き	
2		200	450	44.0	下向き	
3	II	200	355	56.0	樹脂量の影響	散水後30秒
4		200	400	50.0	樹脂量の影響	散水後30秒
5		200	600	33.0	樹脂量の影響	散水後30秒
6		75	450	17.0	散水量の影響	散水後30秒
7		250	450	56.0	散水量の影響	散水後30秒
8		300	450	67.0	散水量の影響	散水後30秒
9		300	450	114.0	散水量の影響	散水後30秒
10		250	450	56.0	下地散水の影響	下地散水なし
11	III	300	450	67.0	下地散水の影響	下地散水なし
12		250	450	56.0	脱泡のタイミング	散水後10秒
13		250	450	56.0	脱泡のタイミング	散水後90秒
14	-	-	-	-	-	エポキシ樹脂

水と接触することで直後に反応・硬化が始まり、それに伴い炭酸ガスが発生する。

(2) 連続繊維シート

連続繊維シートにはアラミド繊維シートを使用し、目付量 280g/m²、引張強度 2060N/mm²、弾性係数 1.18×10⁵N/mm²のものをを用いた。

2. 2. 継手試験

継手試験に使用した供試体の諸元を表-1 に示す。供試体は、水硬性樹脂を用いた No.1～No.13、エポキシ樹脂を用いた No.14 とした。シリーズⅠにて施工向きの影響、シリーズⅡにて含浸樹脂量および散水量の影響、シリーズⅢにて脱泡のタイミングについて検討した。

供試体寸法は図-1 に示す寸法とし、継手長は 200mm である。供試体の製作は、下地散水、アラミド繊維シートの樹脂含浸、仕上げ散水、脱泡の順で行った。継手試験は JSCE-E 547-2007 に準拠し、継手強度 f_{fus} は式 (1) により算出した。

$$f_{fus} = \frac{F_u}{A}$$

(1)

ここに、f_{fus}：継手強度 (N/mm²)、F_u：最大引張荷重(N)、
A：供試体の断面積 (mm²)

3. 実験結果

表-2、に実験結果一覧を示す。破壊形態はシートの破断、シートの定着内破断、シートの剥離、チャックからの拔出しとなった。写真-1 に破壊状況を示す。

施工の向きを変化させた No.1, 2 の継手強度には大きな差は生じなかった。施工の向きによる継手性状へ

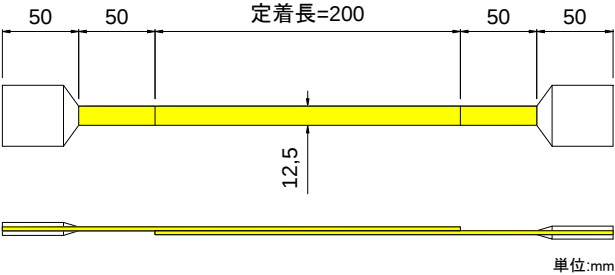


図-1 供試体寸法

キーワード 迅速復旧、補修・補強、水硬性樹脂、せん断破壊

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設株式会社 技術研究所 Tel042-763-9507

の影響はなく、横向き施工においても水硬性樹脂の硬化反応に十分な水が供給されていたと考えられる。

図-2 に散水量、含浸樹脂量を一定とした No.3~9 の継手強度 (f_{fus}) と散水量/含浸樹脂量 (W/H) の関係を示す。 f_{fus} と W/H の間には線形関係がある結果が得られ、水硬性樹脂の硬化反応には、散水量の影響が大きいことが示された。なお、エポキシ樹脂を用いた場合と同等の継手強度を得るためには、 $W/H=104\%$ 以上が必要である結果となった。また、No.10, 11 は、No.7, 8 と比較しほぼ同等の継手強度となった。含浸樹脂量が $450g/m^2$ の場合、 $250g/m^2$ 以上の散水を行えば、下地散水有無の影響は小さいと考えられる。

図-3 に継手強度と脱泡のタイミングの関係を示す。脱泡のタイミングが遅くなると継手強度が低下する傾向にあり、散水直後に仕上げを行ったほうがよいと考えられる。これは、時間経過とともに水硬性樹脂が硬化し、発生した炭酸ガスを脱泡しきれていないためと考えられる。

表-2 試験結果一覧

No		水/樹脂			備考	破壊形態	平均継手強度 N/mm ²
		設計 (%)	使用量 (%)	使用量の 平均 (%)			
No1	下地	-	-	44.0	横向き タイミング	定着内破断	1869
	1層目	44	43		t=30s	定着内破断	
	2層目	44	45			定着内破断	
No2	下地	-	-	48.0	下向き タイミング	定着内破断	1839
	1層目	44	47		t=30s	破断	
	2層目	44	49			定着内破断	
No3	下地	-	-	55.0	水一定 タイミング	定着内破断	2149
	1層目	56	55		t=30s	破断	
	2層目	56	55			破断	
No4	下地	-	-	54.0	水一定 タイミング	剥離	1805
	1層目	50	55		t=30s	定着内破断	
	2層目	50	53			剥離	
No5	下地	-	-	30.0	水一定 タイミング	チャック	2101
	1層目	33	28		t=30s	定着内破断	
	2層目	33	32			チャック	
No6	下地	-	-	12.5	樹脂一定 タイミング	剥離	1529
	1層目	17	12		t=30s	剥離	
	2層目	17	13			剥離	
No7	下地	-	-	51.5	樹脂一定 タイミング	定着内破断	1826
	1層目	56	51		t=30s	破断	
	2層目	56	52			定着内破断	
No8	下地	-	-	58.5	樹脂一定 タイミング	破断	2051
	1層目	67	57		t=30s	破断	
	2層目	67	60			定着内破断	
No9	下地	-	-	111.5	樹脂一定 タイミング	破断	2339
	1層目	114	114		t=30s	破断	
	2層目	114	109			破断	
No10	下地	-	-	54.0	樹脂一定 下地なし	定着内破断	2072
	1層目	56	56			定着内破断	
	2層目	56	52			定着内破断	
No11	下地	-	-	67.5	樹脂一定 下地なし	定着内破断	1982
	1層目	67	68			定着内破断	
	2層目	67	67			定着内破断	
No12	下地	-	-	54.5	タイミング t=10s	定着内破断	2236
	1層目	56	53			定着内破断	
	2層目	56	56			定着内破断	
No13	下地	-	-	53.5	タイミング t=90s	定着内破断	1707
	1層目	56	54			定着内破断	
	2層目	56	53			定着内破断	
No14	下地	-	-		エポキシ	破断	2300
	1層目	-	-			破断	
	2層目	-	-			破断	

4. おわりに

本実験で得られた知見を以下に示す。

- ・TST-FiSH の継手性状には、施工向きおよび下地散水の影響は小さいと考えられる。
- ・TST-FiSH は脱泡作業を散水直後に行い、散水量/含浸樹脂量を 104%程度とすれば、エポキシ樹脂と同等の継手性状を有すると考えられる。

参考文献

- 1) 笠倉亮太, 鈴木将充, 小島文寛, 伊藤正憲, 加藤佳孝, 牧剛史: 水硬性樹脂を含浸させた連続繊維シートを用いた迅速復旧工法の開発, コンクリート工学, Vol.47, No.12, pp.12-25, 2009.12
- 2) 小島文寛, 鈴木将充, 伊藤正憲, 加藤佳孝, 牧剛史: 迅速復旧工法開発のための TST-FiSH の基礎物性に関する検討, 土木学会第 64 回年次学術講演会, pp677-678, 2009.9

謝辞

本実験の実施において、エムシー工業山崎久史氏にご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

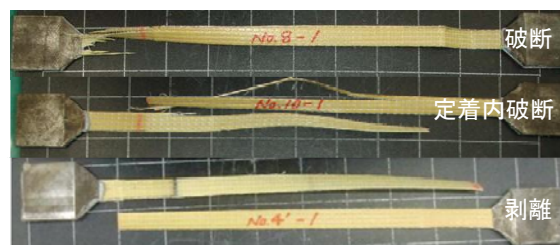


写真-1 破壊形態

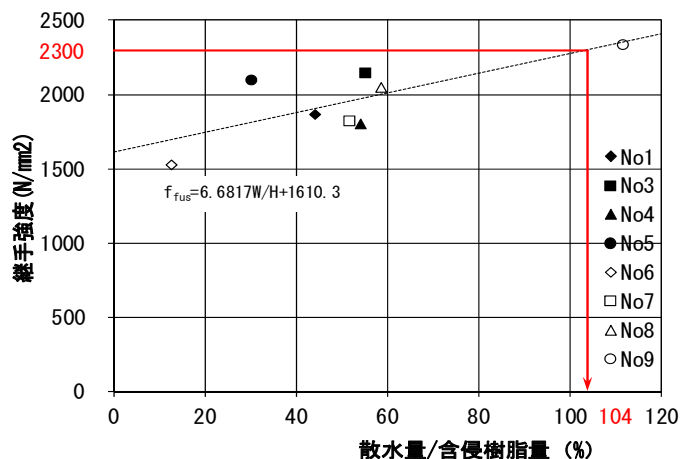


図-2 継手強度-散水量/含浸樹脂量の関係

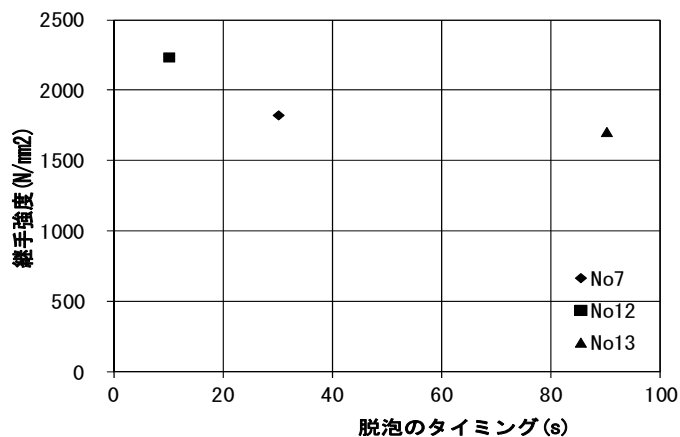


図-3 継手強度-脱泡のタイミングの関係