

## 防水用不飽和ポリエステル樹脂の引張物性と下地ひび割れ追従性の関係

防水用不飽和ポリエステル樹脂 防水材  
下地ひび割れ追従性 引張物性 FRP

正会員 神崎 満幸\*  
正会員 辻 修也\*\*

### 1. はじめに

FRP (Fiber Reinforced Plastics) 防水材は、従来のメグレン防水材と異なり高強度ではあるが低伸度である特性を有するため下地ひび割れ追従性が懸念されてきた。一方シート材やウタ塗膜等の従来のメグレン防水材の下地ひび割れに対しては抗張積や防水層厚みの要素が重要である報告が波木、大浜によりなされている<sup>1)</sup>。従来のメグレン防水材に比較して、FRP 防水層がどの程度の性能を有するのか、強度と伸び率の異なる各種の不飽和ポリエステル樹脂を用いた FRP 防水層のひび割れ追従性を検証し防水材として適切な樹脂物性および仕様について考察する。

### 2. 試験内容

2.1 試験体の作成 図-1 に示すようにルキッパ板上に FRP 塗膜防水層を塗布した。試験体の構成および養生条件を表-1 にまとめた。FRP 用樹脂には引張伸び率 2.4~130%の不飽和ポリエステル樹脂 (以下 UPE と略す) を使用し、その物性を表-2 にまとめた。

2.2 ひび割れ追従性試験<sup>2)</sup> 試験体を引張試験機に設定し速度 5 mm/min の条件で引張り、ルキッパ板の中央部に生じるひび割れに対する FRP 防水層の追従性を試験した。

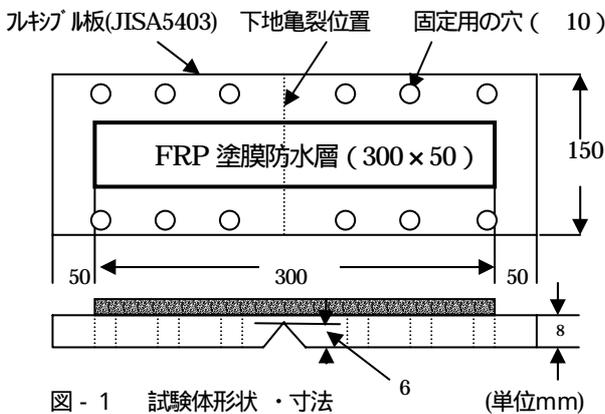


図-1 試験体形状・寸法 (単位mm)

表-1 試験体仕様

	FRP 仕様		FRP 仕様	
	ウタ系	0.15kg/m <sup>2</sup>	ウタ系	0.15kg/m <sup>2</sup>
プライヤー層	ウタ系	0.15kg/m <sup>2</sup>	ウタ系	0.15kg/m <sup>2</sup>
FRP 層*	防水用	1.35kg/m <sup>2</sup>	防水用	2.28kg/m <sup>2</sup>
	ポリエステル	#450 1ply	ポリエステル	#380 2ply
中塗り層	同上	0.4kg/m <sup>2</sup>	同上	0.4kg/m <sup>2</sup>

\* 樹脂/ガラス重量比 = 75/25wt.% 養生条件: 常温×7日

### 3. 結果と考察

#### 3.1 FRP 防水層の破壊モード

本試験で観察された破壊状態 および について写真-1 に示した。このうち状態 では FRP 層の破断は生じず、FRP 層端部まで下地から剥離した。この下地からの剥離は FRP 層裏面 (下地接着面) にルキッパ板の表面が付着しており、下地の表面破壊を起こした状態であった。また破壊状態 及び の中間的な破壊状態もみられ、一部下地表面破壊をおこした後、FRP 層の破断したものもみられた。破壊状態 における引張荷重と追従幅の関係は図-2 のようになり、図示した L2 の領域で下地ルキッパ板の表面の破壊が生じた。試験結果を表-2 に、樹脂の伸び率と追従幅の関係を図-3 にまとめた。

#### 3.2 樹脂物性・FRP 防水層仕様と破壊状態の関係

UPE-B,C の FRP 仕様 で防水層の破断がなく、下地表面を破壊し、防水層が完全に剥離する状態 (破壊状態 ) がみられた。また、UPE-F では FRP 仕様 、仕様 とも防水層破断のみが生じる破壊状態 であった。これは防水層の強度不足によるものと考える。

(破壊状態 ) (破壊状態 )

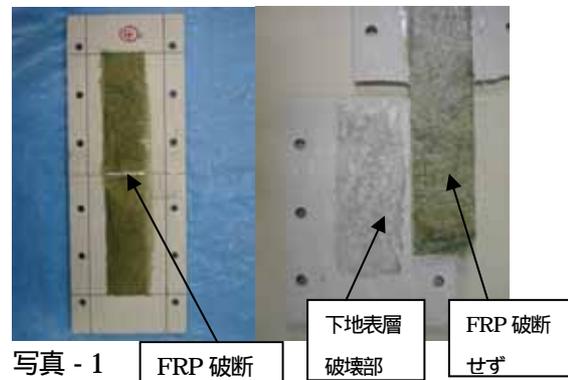


写真-1

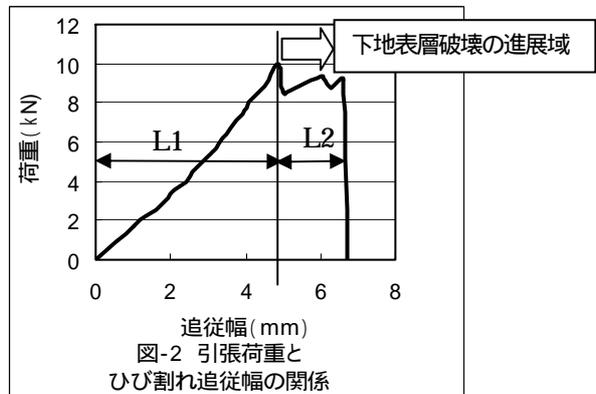


図-2 引張荷重とひび割れ追従幅の関係

Relation between tensile property of unsaturated polyester and crack resistance

KANZAKI Mitsuyuki, TSUJI Syuya

表 - 2 不飽和ポリエステル樹脂の物性とそれを用いた FRP 防水層の下地ひび割れ追従性試験結果

樹脂 (UPE-)	樹脂の引張強度 (MPa)	樹脂の引張伸び率 (%)	抗張積* (N/mm)	FRP仕様	下地追従試験の破壊荷重 (N)	破壊時追従幅 (L1+L2) (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	破壊状態**
A	73	2.4	88	#450 1ply	5460	3.1	3.1	0	
				#380 2ply	9330	4.5	3.9	0.6	,
B	38	30	570	#450 1ply	4540	4.2	3.0	1.2	,
				#380 2ply	8660	6.2	4.5	1.7	
C	34	50	850	#450 1ply	6700	3.1	2.6	0.5	,
				#380 2ply	10690	6.7	4.9	1.8	
D	21	75	788	#450 1ply	4910	3.3	2.9	0.4	,
				#380 2ply	10380	5.3	4.9	0.4	,
E	14	92	644	#450 1ply	4700	3.9	3.9	0	,
				#380 2ply	9260	5.3	5.0	0.3	,
F	7.8	130	507	#450 1ply	3150	3.2	3.2	0	
				#380 2ply	6160	4.4	4.4	0	

\* 抗張積 = 引張強度(MPa) × (引張伸び率 (%) / 100) × 標線間隔 標線間隔 = 50mm

\*\* : 防水層破断 , : 下地材表面の一部破断と防水層破断 : 下地材表面の破断のみ、防水層は破断せず。

追従幅についてL1とL2とに分類してみると UPE-B,C,D で L2の領域が大きい傾向がみられた。こうした下地表面の破壊現象はFRP防水層の塗膜強度及び下地への接着強度が下地基材の強度に比べ高いため生じる現象である。破壊時の追従幅は、全ての樹脂材料で FRP仕様の方が仕様を上回っており、#380,2ply(仕様)の方がひび割れ追従性に優れていた。FRP仕様では伸び率50%のUPE-Cで最大の追従幅がみられ、例えばUPE-Cに比べ極端に伸び率の低いUPE-Aや伸び率の高いUPE-Fでは追従性が劣る傾向にあった。これらの結果から、UPE-B,C,D,Eを防水材として使用することが下地追従性の面から好ましいと考えられる。

### 3.3 ムグレン防水のひび割れ追従性理論とFRP防水

波木、大浜らの報告<sup>1)</sup>によると下地ひび割れに対して、防水層の破断が生じないためには防水層が下地基材から剥離しなければならないことが述べられている。FRP防水材の場合は下地表面の破壊によって防水層の破断が生じず、下地ひび割れに追従するものとする。また波木、大浜らの報告では防水層が破断しないためには、防水材料の限界レジリエンス(本報では抗張積で代用)塗膜厚さを適切に選定することが重要であることが述べられている。FRP防水材の場合、抗張積が最大であるUPE-C(伸び率50%)を使用した#380,2ply仕様において最大の追従幅がえられており、FRP防水用として望ましい材料および仕様であると考えられる。

\*大日本インキ化学工業(株)

\*\*双和化学産業(株)

### 4. まとめ

- (1) 抗張積が大きい樹脂を使用したFRP防水層が、下地ひび割れ追従性に優れる傾向にある。
- (2) FRP防水層の仕様は#380,2plyが#450,1plyに比べ、下地ひび割れ追従性に優れる傾向にある。
- (3) FRP防水もムグレン防水のひび割れ追従性理論が適用できる。

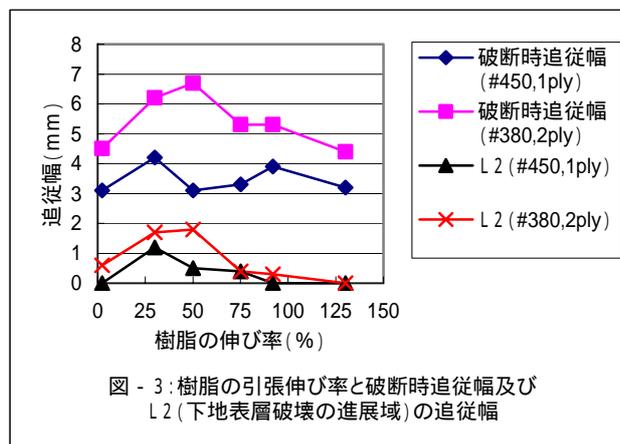


図 - 3 : 樹脂の引張伸び率と破断時追従幅及びL2(下地表面破壊の進展域)の追従幅

#### 《参考文献》

- 1) 波木 守、大浜 嘉彦：皮膜防水層のひび割れ抵抗性「材料」VOL.20 208号
- 2) 神崎ら FRP防水材の下地ひび割れ追従性試験(その1) - 試験装置と試験方法の検討 - 日本建築学会大会学術講演梗概集 2003年9月

\*Dainippon Ink and Chemicals, Inc.

\*\*Sowa Chemical Industries, Ltd.