

# FRP防水層の疲労試験結果

正会員 ○岩泉 秀徳\*  
正会員 大野 博文\*\*

FRP 防水 疲労試験  
下地 ムーブメント ポリエステル樹脂

## 1. はじめに

柔軟な防水層が主流である中において、防水層としては硬いFRP (Fiber Reinforced Plastics) 防水は、高い水密性や強靱な機械的強度、シームレスな仕上がり等の特長を生かし、着実に市場を伸ばしてきた。しかし高強度であるが低伸度であるために、防水下地のムーブメントに対しては、内部に大きな応力を発生させることとなり、ムーブメント追従性に課題が残る<sup>1) 2)</sup>。そこで実際のFRP防水層の耐疲労性能について、JIS A1436 (建築用被覆状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法)、及び JASS 8 (参考資料・メンブレン防水層の性能評価試験方法・疲労試験) の2方法に準拠して評価試験を実施したので、その結果を報告する。

## 2. 材料及び仕様

試験に用いた材料と仕様を表1に示す。また、ガラス繊維補強GFRPと有機繊維補強OFRPの物性を表2に示す。

ガラス繊維補強GFRPは、引張り強度が大きく、伸び率の小さい防水層であり、有機繊維補強OFRPは、引張り強度が小さく伸び率の大きい防水層である。

表1 使用材料及び防水仕様

	ガラス繊維補強 GFRP		有機繊維補強 OFRP	
	材料	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	材料	使用量 (g/m <sup>2</sup> )
プライマー	ウレタン系	200	ウレタン系	200
下塗り樹脂 i	軟質ポリエステル樹脂	400	軟質ポリエステル樹脂	400
下塗り樹脂 ii	軟質ポリエステル樹脂	1000	軟質ポリエステル樹脂	1000
補強繊維	チョップドストランドマット	450	ポリエステル不織布	80
下塗り樹脂 ii	軟質ポリエステル樹脂	1000	軟質ポリエステル樹脂	800
中塗り樹脂	軟質ポリエステル樹脂	500	軟質ポリエステル樹脂	800
トップコート	不飽和ポリエステル系	400	アクリルウレタン系	200

表2 ガラス繊維補強GFRP及び有機繊維補強OFRP物性(参考データ)

	ガラス繊維補強 GFRP	有機繊維補強 OFRP
引張り強度	49~98 N/mm <sup>2</sup>	5.9~12 N/mm <sup>2</sup>
伸び率	2~3 %	60~100 %

## 3. 供試防水層

前項の材料及び仕様に基づいて作製した防水層は、以下の4種類である。

- ①ガラス繊維補強GFRP 密着工法
- ②ガラス繊維補強GFRP 浮し貼り工法
- ③有機繊維補強OFRP 密着工法
- ④有機繊維補強OFRP 浮し貼り工法

疲労試験に用いた試験体の形状・寸法を図1に示す。疲労試験体は、ムーブメントに起因してフレキシブル板に伝わる大きな応力を分散させるために、フレキシブル板の横幅を530mmに拡大した。

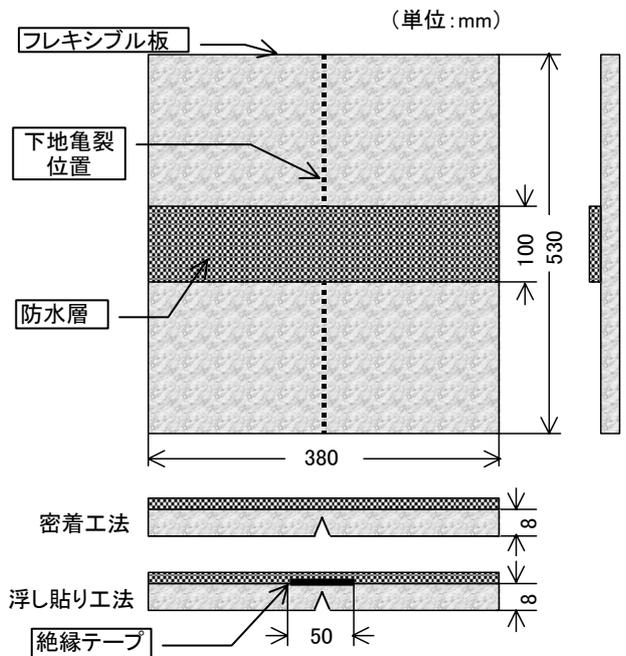


図1 試験体の形状・寸法

## 4. 疲労試験方法

疲労試験は、JIS A1436 及び JASS 8 に準拠した表3及び表4の試験工程に従って、小型部材疲労試験機(島津製作所製)を用いて行なった。

表3 疲労試験の工程(JIS A1436)A型長周期

工程	ステップ	1	2	3
	温度(°C)	20	60	-10
	ムーブメント(mm)			
1	0.05 ↔ 0.1	○ → ○ → ○		
2	0.1 ↔ 0.2	○ ← ○ → ○		
3	0.25 ↔ 0.5	○ ← ○ → ○		
4	0.5 ↔ 1.0	○ ← ○ → ○		
5	1.0 ↔ 2.0	○ ← ○ → ○		
6	2.5 ↔ 5.0	○ ← ○ → ○		

○ : その位置の温度条件でムーブメント500回繰り返し(周期10分)  
→ : 試験の順序

表4 疲労試験の工程(JASS8)

工程	ステップ	1	2	3
	温度(°C)	20	60	-10
	ムーブメント(mm)			
1	0.5 ↔ 1.0	○ → ○ → ○		
2	1.0 ↔ 2.0	○ ← ○ → ○		
3	2.5 ↔ 5.0	○ ← ○ → ○		

○ : その位置の温度条件でムーブメント500回繰り返し(周期10分)  
→ : 試験の順序

5. 疲労試験結果

試験結果を図2及び図3に示す。

6. 考察

- ① 両試験法において、GFRP、OFPRPともに密着工法よりも浮し貼り工法の方が、ムーブメントで約1レベル疲労試験結果が向上している。このことから浮し貼り工法は、防水層に対する下地ムーブメント緩衝効果により耐疲労性能を向上させる有効な方法と考えられる。
- ② 両試験法において、GFRPよりもOFPRPの方が、ムーブメントで約1レベル疲労試験結果として高い。このことからFRP防水材として伸び率の高い材料の方が、疲労試験において有利であると考えられる。
- ③ 密着工法において、JIS A1436方法のほうが、JASS8方法よりも、試験結果は良好な傾向にある。両者の違いは、微小ムーブメント(0.5mm以下、計4,500回)の有無であるが、微小ムーブメント履歴の多いほうが疲労試験結果は良好となっている。これは、JIS方法GFRP密着工法で確認される様に、FRP防水層と下地との間において微小ムーブメントの繰り返しによる剪断に起因すると考えられる剥離が発生し、浮し貼り工法同様に下地のムーブメントを緩衝することが原因と推察される。実際の構造物については、ムーブメントの発生頻度は大きさの指数分布で表わされると考えられ<sup>3)</sup>、JIS A1436方法の様な微小ムーブメントの存在は、比較的高強度・低伸び率であるFRP防水層の耐疲労性能に対して、意味があると考えられ

る。

- ④ 防水層破損のタイミングは、JASS8方法の密着工法でムーブメントが拡大した時点の20℃であるが、その他はGFRPで60℃、OFPRPで-10℃である。これは、引張り強度の高いGFRPでは、防水層の引張り強度が低下する高温側であり、引張り伸び率の高いOFPRPでは、防水層の柔軟性が低下する低温側である。

7. まとめ

今回の試験結果から、FRP防水層の耐疲労性能は、浮し貼り工法、防水層の柔軟性により改善され、ムーブメントの与え方に影響を受ける事が判った。

<謝辞>本研究を進める上で、東京工業大学建築物理研究センター教授 田中享二先生の指導を受け、協力を得ました。ここに謝意を表します。

《参考文献》

- 1) 清水一郎他：FRP複合防水層の下地不連続部分における耐疲労性能その1（日本建築学会大会学術講演梗概集 1992年8月）
- 2) 辻 修也他：FRP複合防水層の下地不連続部分における耐疲労性能その2（日本建築学会大会学術講演梗概集 1992年8月）
- 3) T.A.Baker：Movement of a Joint in a Roof Kerb ,Building Research Station Internal Note IN 33/67 , 1967

ムーブメント(mm)	0.05~0.1			0.1~0.2			0.25~0.5			0.5~1.0			1.0~2.0			2.5~5.0			結果
温度(℃)	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	
ガラス繊維補強 GFRP 密着工法	剥離															×	ムーブメント1.0~2.0mm 温度60℃で破損		
ガラス繊維補強 GFRP 浮し貼り工法	剥離															×	ムーブメント1.0~2.0mm 温度60℃で破損		
有機繊維補強 OFPRP 密着工法	剥離															×	ムーブメント1.0~2.0mm 温度-10℃で破損		
有機繊維補強 OFPRP 浮し貼り工法	剥離															×	ムーブメント2.5~5.0mm 温度-10℃で破損		

凡例：異常なし、下地からの剥離、× 防水層破損

図2 耐疲労性試験結果 (JIS A1436準拠)

ムーブメント(mm)	0.05~0.1			0.1~0.2			0.25~0.5			0.5~1.0			1.0~2.0			2.5~5.0			JASS8試験法 耐疲労性の区分
温度(℃)	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	20	60	-10	
ガラス繊維補強 GFRP 密着工法	JASS8試験法には									×							含まれず	疲労 A1	
ガラス繊維補強 GFRP 浮し貼り工法	JASS8試験法には									剥離			×					疲労 A2	
有機繊維補強 OFPRP 密着工法	JASS8試験法には									剥離			×					疲労 A2	
有機繊維補強 OFPRP 浮し貼り工法	JASS8試験法には									剥離			剥離			×		疲労 A3	

凡例：異常なし、× 防水層破損

図3 疲労試験結果 (JASS8 メンブレン防水層の性能評価・疲労試験法準拠)

\*宇部興産  
\*\*大泰化工

\*UBE INDUSTRIES, LTD.  
\*\*DAITAI KAKO CO. LTD.