

FRP複合防水工法の下地不連続部における亀裂追従性についての検討 (その2) 引張り追従性試験による評価解析

正会員 ○ 辻 修也*
松本 広臣*
清水 市郎**

1. はじめに

変形性能に優れるウレタン等のゴム質系防水材料と軽量高強度のFRPを組み合わせ、両材料の特徴を生かした複合防水工法をみいだすことを目的に検討を実施した。本研究では下地挙動に対する性状が各種防水システムでどの様に異なるかを観察するため、亀裂追従性試験時の歪分布状態の測定を中心に検討した。

2. 試験内容

2.1 試験体と亀裂追従性試験

試験体はJIS A5403フレキシブル板(400×150×8mm)表面上に各種防水材料(300×50mm)を塗布した。防水層の仕様はFRP用の樹脂の種類、ゴム質系材料の種類(ウレタン、改質アスファルト防水材料等)、ウレタン層の厚み、補強材の種類等を変えて試験した。また下地亀裂部は0スパンと8mmスパンの2種類を試験した。亀裂追従性試験の引張り速度は1、2、10mm/分で試験した。測定項目は引張り強度(破壊荷重/防水層幅)と伸量、破断状態の目視観察を行った。

2.2 歪分布測定試験

図-1に示す様に、下地亀裂部真上の中央部を0点とし7cm間隔で5箇所の試験体表面に直交歪ゲージを張り付けた。試験体表面は#240サンドペーパーで研磨後瞬間接着剤で歪ゲージを接着させた。測定は引張り荷重をかけながら50kg刻みで破壊点に達するまで、歪量を測定した。但しウレタン単層等のように破壊荷重の小さい物は伸び変化量を基準に測定した。測定器は静歪測定器(データロギングシステム)を用いた。

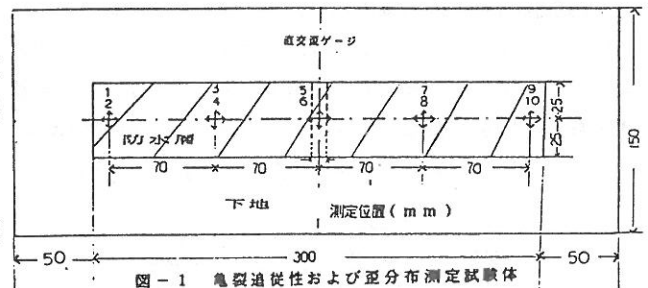


表-1 亀裂追従性試験

No.	下地クラックの形状	層の構成	組み合わせ			特性値				備考
			柔軟層	補強材	剛体層	引張り強度 kgf/cm	伸び mm	最大歪量 × 10 ²	模式図	
1	0スパン	単層	-	-	G・FRP(1ply)	5.8	1.8	116	⊥	UPE-1
2	"	"	-	-	"	7.6	1.7	137	⊥	UPE-2
3	"	"	-	-	"	5.7	1.7	127	⊥	UPE-3
4	"	"	-	-	有機セシ(1ply)	4.0	-	12.4	⊥	UPE-1
5	"	"	-	-	"	1.3	1.5	8.3	⊥	UPE-3
6	"	"	2類ウレタン 2mm	-	-	3	1.8	3.5	⊥	-
7	"	"	"	ガラスメッシュ	-	1.9	1.7	6.6	⊥(○)**	-
8	"	"	高伸びウレタン	-	-	1.8	1.6	5.5	⊥	-
9	"	複層	2類ウレタン 1mm	-	G・FRP(1ply)	9.2	7	135	○	UPE-1
10	"	"	" 2mm	-	"	8.3	1.7	11.6	○	"
11	"	"	" 4mm	-	"	9.2	2.1	8.7	○	"
12	"	"	" 2mm	ガラステープ	"	9.0	1.2	14.0	○	"
13	"	"	高伸びウレタン	-	"	6.0	9	7.2	○	"
14	8mmスパン	単層	-	-	G・FRP(1ply)	9.0	1.5	9.4	△	UPE-1
15	"	"	-	-	"	10.0	0.8	11.4	△	UPE-2
16	"	複層	2類ウレタン 2mm	-	G・FRP(1ply)	10.5	1.6	17.0	○	UPE-1
17	0スパン	単層	改質アス 4.0mm	-	-	8	2.3	-	-	-
18	"	複層	ファルト	-	有機セシ(1ply)	1.4	4.0	<	-	アクリル樹脂
19	"	"	"	-	G・FRP(")	2.5	2.1	<	-	7カク樹脂/UPE-1

(注) ガラステープ : 朱子織
G・FRP用ガラス : ガラスマット#450
ガラスメッシュ : 5本/インチ
有機繊維 : ポリエステル不織布 110g/m²
" : " 180g/m²

(注) 応力分布状態の模式図
⊥ : 7cm以上離れた場所のα値が略10%以下
○ : " 略30%以上
△ : " 略30%以上(但し基材との剥離発生)
(○)** : " 略30%以上(但しガラスメッシュ破断まで)

3. 試験結果と考察

3.1 亀裂追従性試験

表-1、図-2に示す様に材料の種類、構成で明確な差がある。またゴム質層の種類で追従性能が異なるが、ウレタンの場合伸び率よりも強度の影響が大きい様である。複合層で追従性能の効果を発現させるには、FRP層とゴム質層境界面の接着力が一定以上必要である。複合層におけるゴム質層の厚み(ウレタン)と追従性能の関係について図-3及び表-2に日科技連QCASを用いての2次多項式回帰分析を記載する。重相関係数、寄与率とも1次より2次のほうが高く、ゴム質層の厚みも一定以上になると追従性効果は横ばい状態になる。

3.2 歪分布測定試験

防水層の仕様で歪分布状態が顕著に異なり、単層では中央下地亀裂部付近に応力集中している。ウレタンの場合その傾向が著しいがガラスメッシュ併用の物は、ガラス切断までは応力分散している。複合層の場合下地亀裂部より、7cm離れた場所で中央部歪量の30~50%と顕著な応力分散状態を示した。またFRP/ウレタン層でウレタン厚みの大きい、すなわち伸び

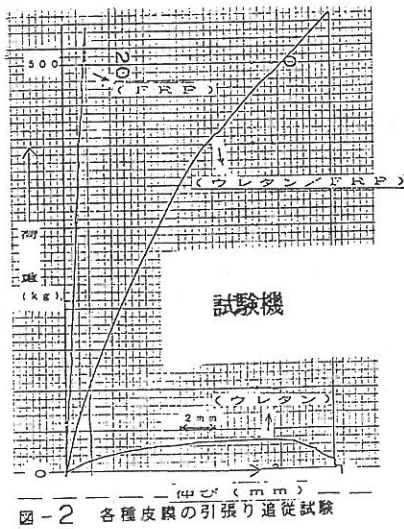


図-2 各種膜種の引張り追従試験

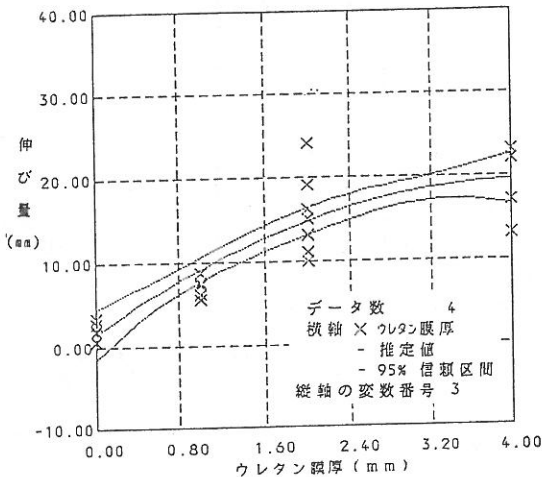


図-3 複合防水におけるウレタン膜厚～伸び量の2次回帰分析関係図

量の大きい複合層はウレタン層がFRP層に拘束され、ウレタン層に層間剪断破壊を生じる。

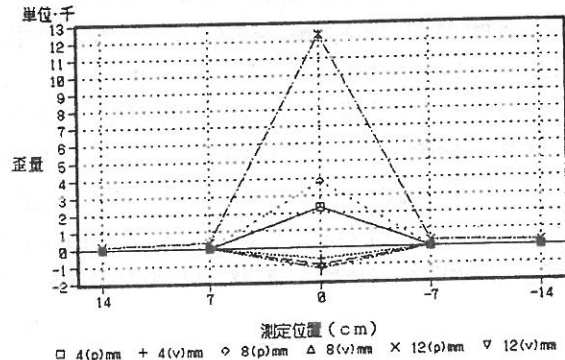
表-2 複合防水におけるウレタン厚み～伸び量2次多項式回帰分析

次数	直交回帰係数	回帰係数	直交回帰係数標準誤差	直交回帰係数のt値
0	11.27241	1.3681314	1.184	9.524
1	4.478678	8.7506294	0.853	5.248
2	-1.058502	-1.0585018	0.644	-1.643
特性値の標準誤差		3.295	重相関係数	0.902
			寄与率	0.813

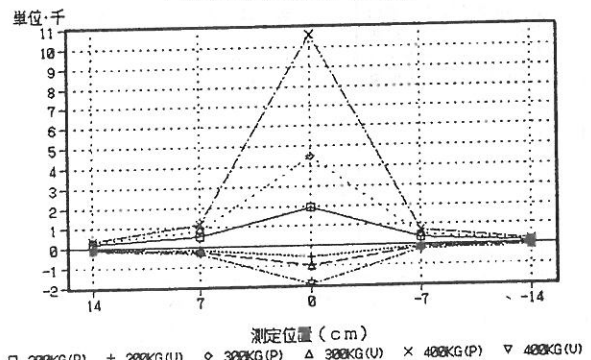
4. まとめ

FRP/ウレタン層等第1層目に変形性能に優れた性質を持つ複合防水層は強度、伸び量が大きく亀裂追従性に優れることを確認した。またその際の歪分布は分散状態であり、ウレタン等ゴム質層の厚みの効果には限界値がある。

ウレタン単層のロスパンにおける歪分布



FRP単層ロスパンにおける歪分布状態



複合層ロスパンにおける歪分布
FRP1ply/ウレタン2mm

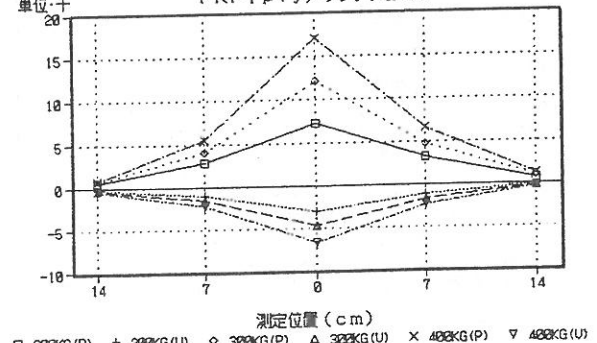


図-4 各種防水層の歪分布

*大日本インキ化学工業(株) ** (財) 建材試験センター