

補修モルタルと素地調整材との接着試験結果

日本下水道施設修復モルタル協会
(旧) 下水処理場補修モルタル協会

平成13年1月

はじめに

本試験は補修工事における注意点を明らかにすることを目的とし、補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会（全エポ協）と共同で、下水処理場の補修工事に使用される補修モルタルと素地調材との接着試験を行ったものである。今回の試験を実施した当協会会員は合計6社である。なお各社の社名は都合によりアルファベットとした。

【試験実施期間】

1998年～1999年

【試験実施会員】

B社

C社

D社

G社

H社

J社

B社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会（全エポ協）と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

①コンクリート平板	JIS A 5304 300×300×60mm
②補修モルタル	MA-1（普通・厚塗りタイプ）
③プライマー	MA-1用
④素地調整材	ZE-2（素地調整材Ⅰ種） ZE-4（素地調整材Ⅱ種） ZE-6（素地調整材Ⅱ種） ZE-8（素地調整材Ⅱ種）

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃で24時間養生。
②プライマー	塗布後の養生は24時間。
③塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け24時間養生後、しごき塗りをを行い約7mmの厚さに塗りつけた。
④養生	20℃・3日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

3-2) 湿潤養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生し、表面水を布等で拭き取り浮き水がない状態にしたものを使用。
②プライマー	塗布後の養生は24時間。
③塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
④養生	コンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。20℃湿潤状態で3日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 ※ZE-8のみ専用プライマー処理1時間後に素地調整材を塗布した。

3-3) 低温養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃で24時間養生。
②塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
③養生	5℃・3日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 ※ZE-8のみ専用プライマー処理1時間後に素地調整材を塗布した。

4. まとめ

1) 標準養生

- ・全て材齢7日後の接着強度で規定の1.5N/mm²（材齢28日）をクリアした。
- ・破断位置は素地調整材と補修モルタルの界面剥離はなく、殆ど補修モルタルの1層目か2層目の凝集破断であった。

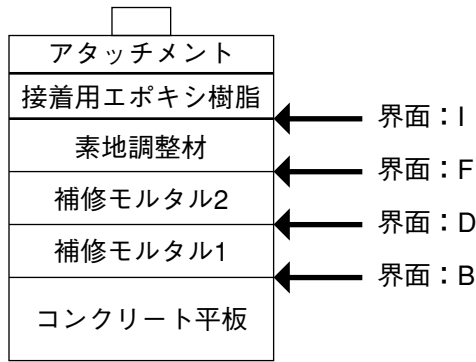
2) 湿潤養生

- ・全て材齢7日後の接着強度で規定の1.5N/mm²（材齢28日）をクリアした。
- ・破断位置はZE-2とZE-4の一部で素地調整材と補修モルタルの界面剥離が見られたがZE-6とZE-8は補修モルタル2層目の凝集破断であった。

3) 低温養生

- ・全て材齢7日後の接着強度で規定の1.5N/mm²（材齢28日）をクリアした。
- ・破断位置はZE-2とZE-8の一部で素地調整材と接着剤または補修モルタルの界面で剥離が見られたがZE-4とZE-6は補修モルタル2層目の凝集破断であった。

破断位置図



- A: コンクリート平板破断
- B: コンクリート平板と補修モルタル1との界面
- C: 補修モルタル1の凝集破断
- D: 補修モルタル1と2の層間破断
- E: 補修モルタル2の凝集破断
- F: 補修モルタル2と素地調整材の界面破断
- G: 素地調整材の凝集破断
- I: 素地調整材と接着エポキシ樹脂との界面
- J: 接着用エポキシ樹脂破断

表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置	
MA-1 ZE-2	平均値	1.91	C 100%	2.00	C 33% E 67%
	測定値	1.72	C 100%	2.30	E 100%
		2.23	C 100%	1.85	C 100%
		1.79	C 100%	1.85	E 100%
MA-1 ZE-4	平均値	1.63	C 100%	2.34	C 33% E 67%
	測定値	1.62	C 100%	2.30	E 100%
		1.56	C 100%	2.30	C 100%
		1.72	C 100%	2.42	E 100%
MA-1 ZE-6	平均値	1.77	C 100%	2.09	C 100%
	測定値	1.72	C 100%	1.92	C 100%
		1.66	C 100%	1.92	C 100%
		1.92	C 100%	2.43	C 100%
MA-1 ZE-8	平均値	2.08	C 100%	2.12	A 27% C 6% E 67%
	測定値	2.04	C 100%	2.26	A 80% C 20%
		2.04	C 100%	2.17	E 100%
		2.17	C 100%	1.94	E 100%

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置	
MA-1 ZE-2	平均値	2.00	C 100%	2.19	C 77% F 23%
	測定値	2.17	C 100%	2.50	C 70% F 30%
		1.92	C 100%	2.23	C 100%
		1.92	C 100%	1.85	C 60% F 40%
MA-1 ZE-4	平均値	1.83	C 95% F 5%	2.15	C 97% F 3%
	測定値	1.72	C 100%	2.30	C 100%
		2.10	C 100%	2.30	A 100%
		1.68	C 85% F 15%	1.85	C 90% F 10%
MA-1 ZE-6	平均値	1.76	C 100%	2.07	C 100%
	測定値	1.72	C 100%	1.85	C 100%
		1.72	C 100%	1.85	C 100%
		1.85	C 100%	2.50	C 100%
MA-1 ZE-8	平均値	1.78	C 100%	1.93	C 100%
	測定値	1.78	C 100%	2.10	C 100%
		1.78	C 100%	1.85	C 100%
		1.78	C 100%	1.85	C 100%

表-3 5℃低温状態（28日）+20℃標準状態（7日）での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置			
MA-1 ZE-2	平均値	1.62	F 80% G 7% I 13%			1.97	A 80% B 20%	
	測定値	1.66	F 75% G 10% I 15%			2.04	A 100%	
		1.57	F 90% G 5% I 5%			1.79	A 100%	
		1.62	F 75% G 5% I 20%			2.10	A 40% B 60%	
MA-1 ZE-4	平均値	1.79	C 100%			2.39	C 100%	
	測定値	1.66	C 100%			2.30	C 100%	
		1.66	C 100%			2.43	C 100%	
		2.04	C 100%			2.43	C 100%	
MA-1 ZE-6	平均値	1.74	C 38% F 12% G 40% I 10%			2.12	C 100%	
	測定値	1.78	C 60% F 10% G 20% I 10%			1.79	C 100%	
		1.41	C 5% F 25% G 55% I 15%			2.60	C 100%	
		2.04	C 50% G 45% I 5%			1.98	C 100%	
MA-1 ZE-8	平均値	1.66	C 92% F 8%			1.87	C 73% F 13% G 7% I 7%	
	測定値	1.47	C 80% F 20%			2.10	C 90% F 10%	
		1.78	C 95% F 5%			1.79	C 70% F 30%	
		1.72	C 100%			1.72	C 60% G 20% I 20%	

C社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会(全エポ協)と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

- | | |
|-----------|---|
| ①コンクリート平板 | JIS A 5304 300×300×60mm |
| ②プライマー | MA-5用
MA-10用 |
| ③補修モルタル | MA-5 (普通・厚塗りタイプ)
KA-10 (普通・厚塗りタイプ)
MU-3 (普通・薄塗りタイプ)
MU-4 (普通・薄塗りタイプ) |
| ④素地調整材 | ZE-1 (セラミックパウダー入りエポキシ)
ZE-4 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-7 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-9 (素地調整材Ⅱ種) |

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

- | | |
|-----------|---|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃で24時間養生。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生はMA-5の場合5時間、KA-10の場合1時間 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け24時間養生後、しごき塗りを行い約7mmの厚さに塗りつけた。 |
| ④養生 | 20℃・3日間養生。 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

3-2) 湿潤養生

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生し、表面水を布等で拭き取り浮き水がない状態にしたものを使用。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生はMA-5の場合5時間、KA-10の場合1時間 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。 |
| ④養生 | コンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。20℃湿潤状態で3日間養生。 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

3-3) 低温養生

- | | |
|-----------|--------------------------------------|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃で24時間養生。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生はMA-5の場合5時間、KA-10の場合1時間 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。 |
| ④養生 | 5℃・3日間養生。 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

破断位置図

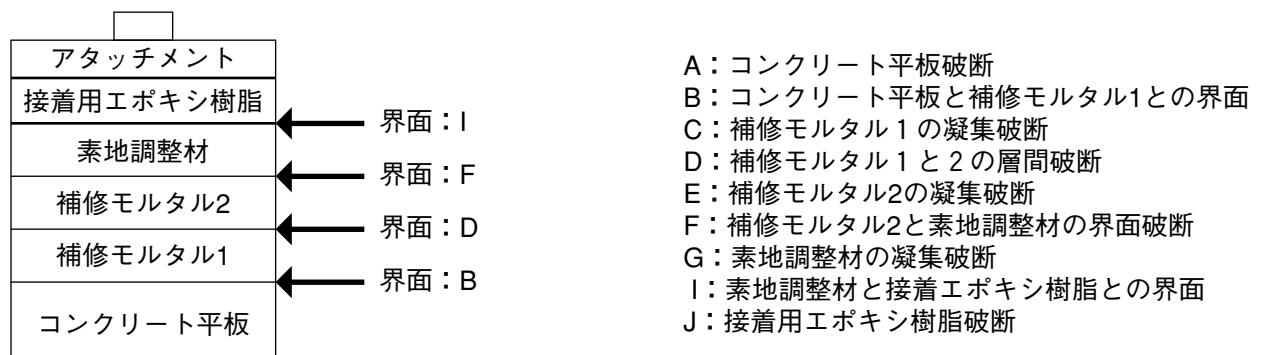


表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置	
MA-5 ZE-1	平均値	1.82	C 100%	2.31	A 67% C 33%
	測定値	1.96	C 100%	2.45	A 100%
		1.90	C 100%	2.39	A 100%
		1.59	C 100%	2.08	C 100%
MA-5 ZE-4	平均値	1.80	C 100%	2.23	A 43% C 57%
	測定値	1.84	C 100%	2.33	A 100%
		1.53	C 100%	2.15	C 100%
		2.02	C 100%	2.21	A 30% C 70%
MA-5 ZE-7	平均値	1.72	C 100%	2.25	A 23% C 77%
	測定値	1.65	C 100%	2.27	A 100%
		1.78	C 100%	2.39	A 70% C 30%
		1.72	C 100%	2.08	C 100%
MA-5 ZE-9	平均値	1.80	C 100%	2.37	C 100%
	測定値	1.72	C 100%	2.45	C 100%
		1.78	C 100%	2.15	C 100%
		1.90	C 100%	2.51	C 100%
KA-10 ZE-4	平均値	1.98	C 100%	2.41	A 33% C 67%
	測定値	2.15	C 100%	3.06	A 100%
		1.84	C 100%	2.21	C 100%
		1.96	C 100%	1.96	C 100%
KA-10 ZE-7	平均値	2.15	A 33% C 67%	2.23	A 67% C 33%
	測定値	2.15	C 100%	2.33	A 100%
		1.96	C 100%	1.96	C 100%
		2.33	A 100%	2.39	A 100%
KA-10 ZE-9	平均値	2.37	A 100%	2.45	A 100%
	測定値	2.33	A 100%	2.45	A 100%
		2.33	A 100%	2.33	A 100%
		2.45	A 100%	2.57	A 100%
MU-3 ZE-4	平均値	0.88	C 100%	1.45	C 100%
	測定値	0.85	C 100%	1.47	C 100%
		0.98	C 100%	1.47	C 100%
		0.80	C 100%	1.41	C 100%
MU-3 ZE-7	平均値	1.27	C 100%	1.74	C 100%
	測定値	1.41	C 100%	1.84	C 100%
		1.23	C 100%	1.65	C 100%
		1.16	C 100%	1.72	C 100%
MU-10 MU-3	平均値	1.08	C 100%	1.63	C 100%
	測定値	1.23	C 100%	1.78	C 100%
		1.10	C 100%	1.47	C 100%
		0.92	C 100%	1.65	C 100%
MU-4 ZE-1	平均値	1.63	C 100%	2.06	A 17% C 77% F 6%
	測定値	1.72	C 100%	1.96	F 20% C 80%
		1.59	C 100%	2.15	A 50% C 50%
		1.59	C 100%	2.08	C 100%
MU-4 ZE-4	平均値	1.55	C 100%	1.96	C 100%
	測定値	1.47	C 100%	1.90	C 100%
		1.72	C 100%	2.02	C 100%
		1.47	C 100%	1.96	C 100%
MU-4 ZE-7	平均値	1.55	C 100%	2.00	C 100%
	測定値	1.53	C 100%	2.08	C 100%
		1.47	C 100%	1.96	C 100%
		1.65	C 100%	1.96	C 100%
MU-4 ZE-9	平均値	1.59	C 100%	1.90	C 100%
	測定値	1.59	C 100%	1.96	C 100%
		1.72	C 100%	1.84	C 100%
		1.47	C 100%	1.90	C 100%

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置				28日強度 (N/mm ²) と破断位置			
MA-5 ZE-1	平均値	1.65	C 67% F 33%			2.04	A 67% C 33%		
	測定値	1.59	C 100%			1.84	C 100%		
		2.02	C 100%			1.96	C 100%		
		1.35	F 100%			2.33	A 100%		
MA-5 ZE-4	平均値	2.00	A 17% C 83%			2.18	A 23% C 77%		
	測定値	2.02	C 100%			1.96	C 100%		
		2.15	A 50% C 50%			2.08	C 100%		
		1.84	C 100%			2.51	A 70% C 30%		
MA-5 ZE-7	平均値	1.72	C 100%			2.04	C 100%		
	測定値	1.59	C 100%			2.21	C 100%		
		1.84	C 100%			2.02	C 100%		
		1.72	C 100%			1.90	C 100%		
MA-5 ZE-9	平均値	1.55	C 100%			2.06	C 100%		
	測定値	1.59	C 100%			2.15	C 100%		
		1.35	C 100%			1.96	C 100%		
		1.72	C 100%			2.08	C 100%		
KA-10 ZE-4	平均値	1.90	A 13% C 77% F 10%			2.19	A 67% C 33%		
	測定値	2.02	A 40% C 60%			2.33	A 100%		
		2.02	C 100%			1.96	C 100%		
		1.65	F 30% C 70%			2.27	A 100%		
KA-10 ZE-7	平均値	1.81	C 100%			2.10	C 100%		
	測定値	1.75	C 100%			2.08	C 100%		
		1.96	C 100%			2.27	C 100%		
		1.72	C 100%			1.96	C 100%		
KA-10 ZE-9	平均値	1.84	C 100%			2.13	A 17% C 83%		
	測定値	1.96	C 100%			2.21	C 100%		
		1.84	C 100%			2.27	A 50% C 50%		
		1.72	C 100%			1.90	C 100%		
MU-3 ZE-4	平均値	1.23	C 80% F 20%			1.90	C 100%		
	測定値	1.35	F 60% C 40%			2.08	C 100%		
		1.10	C 100%			1.84	C 100%		
		1.23	C 100%			1.78	C 100%		
MU-3 ZE-7	平均値	1.33	C 100%			1.55	C 100%		
	測定値	1.35	C 100%			1.59	C 100%		
		1.29	C 100%			1.41	C 100%		
		1.35	C 100%			1.65	C 100%		
MU-10 MU-3	平均値	1.08	C 83% F 17%			1.51	C 83% F 17%		
	測定値	0.98	C 100%			1.59	F 50% C 50%		
		1.16	F 50% C 50%			1.59	C 100%		
		1.10	C 100%			1.35	C 100%		
MU-4 ZE-1	平均値	1.49	C 100%			1.78	A 17% C 83%		
	測定値	1.53	C 100%			1.59	C 100%		
		1.59	C 100%			1.90	A 50% C 50%		
		1.35	C 100%			1.84	C 100%		
MU-4 ZE-4	平均値	1.51	C 92% F 8%			1.76	C 100%		
	測定値	1.35	C 100%			1.78	C 100%		
		1.65	F 25% C 75%			1.84	C 100%		
		1.53	C 100%			1.65	C 100%		
MU-4 ZE-7	平均値	1.49	C 100%			1.78	A 10% C 90%		
	測定値	1.35	C 100%			1.84	A 30% C 70%		
		1.65	C 100%			1.65	C 100%		
		1.47	C 100%			1.84	C 100%		
MU-4 ZE-9	平均値	1.53	C 100%			1.72	C 100%		
	測定値	1.72	C 100%			1.65	C 100%		
		1.35	C 100%			1.78	C 100%		
		1.53	C 100%			1.72	C 100%		

表-3 5°C低温状態（28日）+20°C標準状態（7日）での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置		35日強度 (N/mm ²) と破断位置	
MA-5 ZE-1	平均値	1.43	C 100%	2.08	C 100%	2.14	C 100%
	測定値	1.47	C 100%	1.96	C 100%	1.84	C 100%
		1.35	C 100%	2.21	C 100%	2.21	C 100%
		1.47	C 100%	2.08	C 100%	2.39	C 100%
MA-5 ZE-4	平均値	1.39	C 100%	2.10	C 100%	2.17	C 100%
	測定値	1.35	C 100%	2.08	C 100%	2.27	C 100%
		1.35	C 100%	2.27	C 100%	2.27	C 100%
		1.47	C 100%	1.96	C 100%	1.96	C 100%
MA-5 ZE-7	平均値	1.47	C 100%	2.23	A 17% C 83%	2.29	A 33% C 67%
	測定値	1.59	C 100%	2.15	C 100%	2.33	A 100%
		1.35	C 100%	2.21	C 100%	2.27	C 100%
		1.47	C 100%	2.33	A 50% C 50%	2.27	C 100%
MA-5 ZE-9	平均値	1.35	C 100%	2.02	C 100%	2.19	C 100%
	測定値	1.47	C 100%	1.96	C 100%	2.02	C 100%
		1.23	C 100%	1.96	C 100%	2.33	C 100%
		1.35	C 100%	2.15	C 100%	2.21	C 100%
KA-10 ZE-4	平均値	1.94	A 17% C 73% F 10%	2.17	A 50% C 50%	2.23	A 100%
	測定値	2.21	A 50% C 50%	2.27	C 100%	2.45	A 100%
		1.90	C 100%	2.08	A 50% C 50%	2.08	A 100%
		1.72	F 30% C 70%	2.15	A 100%	2.15	A 100%
KA-10 ZE-7	平均値	1.82	C 90% F 10%	2.00	A 10% C 90%	2.10	A 17% C 83%
	測定値	1.84	F 30% C 70%	1.96	A 30% C 70%	2.08	C 100%
		1.65	C 100%	2.08	C 100%	1.96	C 100%
		1.96	C 100%	1.96	C 100%	2.27	A 50% C 50%
KA-10 ZE-9	平均値	1.71	C 100%	2.04	A 17% C 83%	2.17	A 10% C 90%
	測定値	1.59	C 100%	2.02	C 100%	2.27	A 30% C 70%
		1.90	C 100%	2.15	A 50% C 50%	2.08	C 100%
		1.65	C 100%	1.96	C 100%	2.15	C 100%
MU-3 ZE-4	平均値	0.78	C 67% F 33%	1.49	C 100%	1.58	C 100%
	測定値	0.61	C 100%	1.47	C 100%	1.73	C 100%
		0.86	F 50% C 50%	1.43	C 100%	1.35	C 100%
		0.86	F 50% C 50%	1.56	C 100%	1.65	C 100%
MU-3 ZE-7	平均値	1.10	C 83% F 17%	1.59	C 100%	1.65	C 100%
	測定値	1.23	C 100%	1.47	C 100%	1.59	C 100%
		0.98	F 50% C 50%	1.72	C 100%	1.65	C 100%
		1.10	C 100%	1.59	C 100%	1.72	C 100%
MU-3 ZE-9	平均値	1.06	C 100%	1.33	C 100%	1.55	C 100%
	測定値	1.23	C 100%	1.23	C 100%	1.47	C 100%
		0.86	C 100%	1.41	C 100%	1.65	C 100%
		1.08	C 100%	1.35	C 100%	1.53	C 100%
MU-4 ZE-1	平均値	1.39	C 100%	1.82	C 100%	1.90	A 33% C 67%
	測定値	1.29	C 100%	1.90	C 100%	2.02	A 100%
		1.35	C 100%	1.78	C 100%	1.96	C 100%
		1.53	C 100%	1.78	C 100%	1.72	C 100%
MU-4 ZE-4	平均値	1.31	C 100%	1.67	C 100%	1.68	C 100%
	測定値	1.29	C 100%	1.65	C 100%	1.72	C 100%
		1.23	C 100%	1.53	C 100%	1.35	C 100%
		1.41	C 100%	1.84	C 100%	1.96	C 100%
MU-4 ZE-7	平均値	1.16	C 100%	1.74	A 23% C 77%	1.82	C 100%
	測定値	1.29	C 100%	1.96	A 70% C 30%	1.65	C 100%
		1.10	C 100%	1.29	C 100%	1.96	C 100%
		1.10	C 100%	1.96	C 100%	1.84	C 100%
MU-4 ZE-9	平均値	1.18	C 100%	1.65	C 100%	1.90	C 100%
	測定値	1.29	C 100%	1.72	C 100%	1.90	C 100%
		1.16	C 100%	1.59	C 100%	1.96	C 100%
		1.10	C 100%	1.65	C 100%	1.84	C 100%

D社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会(全エポ協)と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

- ①コンクリート平板 JIS A 5304 300×300×60mm
- ②補修モルタル MA-2 (普通タイプ)
KA-2 (急硬タイプ)
MA-3 (普通タイプ)
MA-6 (普通・厚付けりタイプ)
- ③プライマー コンクリート平板にはプライマーは使用せず散水を行い各養生条件で試験を行った。
- ④素地調整材 ZE-8 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-6 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-4 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-4 (セラミックパウダー入りエポキシ)

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

- ①コンクリート平板 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃-RH80%で24時間養生。
- ②塗り厚さ しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け、1時間静置後櫛引した。
その後、20℃-RH80%で24時間養生した後、さらにしごき塗りを行い、約7mmの厚さに塗りつけた。
- ③養生 20℃-RH80%で3日間養生
- ④素地調整材 メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

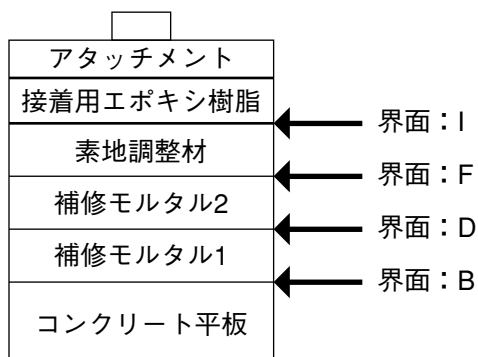
3-2) 湿潤養生

- ①コンクリート平板 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生し、表面水を布等で拭き取り浮き水がない状態にしたものを使用。
- ②塗り厚さ しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
- ③養生 コンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。20℃湿潤状態で3日間養生。
- ④素地調整材 メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

3-3) 低温養生

- ①コンクリート平板 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃-RH70%で24時間養生。
- ②塗り厚さ しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
- ③養生 5℃-RH70%で3日間養生。
- ④素地調整材 メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

破断位置図



- A: コンクリート平板破断
- B: コンクリート平板と補修モルタル1との界面
- C: 補修モルタル1の凝集破断
- D: 補修モルタル1と2の層間破断
- E: 補修モルタル2の凝集破断
- F: 補修モルタル2と素地調整材の界面破断
- G: 素地調整材の凝集破断
- I: 素地調整材と接着エポキシ樹脂との界面
- J: 接着用エポキシ樹脂破断

表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置		
MA-2 ZE-8	平均値	2.70	A	100%	2.85	A	100%
	測定値	2.86	A	100%	2.75	A	100%
		2.32	A	100%	2.92	A	100%
		2.91	A	100%	2.88	A	100%
MA-2 ZE-6	平均値	2.46	A	100%	2.75	A	100%
	測定値	2.30	A	100%	2.86	A	100%
		2.08	A	100%	2.45	A	100%
		3.00	A	100%	2.95	A	100%
MA-2 ZE-4	平均値	2.63	A	100%	2.76	A	100%
	測定値	2.45	A	100%	2.63	A	100%
		2.75	A	100%	2.81	A	100%
		2.68	A	100%	2.85	A	100%
MA-2 ZE-1	平均値	2.69	A	100%	2.78	A	100%
	測定値	2.50	A	100%	2.61	A	100%
		2.76	A	100%	2.95	A	100%
		2.81	A	100%	2.79	A	100%
KA-2 ZE-8	平均値	2.77	A	100%	2.90	A	100%
	測定値	2.86	A	100%	2.96	A	100%
		2.55	A	100%	2.77	A	100%
		2.91	A	100%	2.98	A	100%
KA-2 ZE-6	平均値	2.75	A	100%	2.82	A	100%
	測定値	2.71	A	100%	2.86	A	100%
		2.92	A	100%	2.94	A	100%
		2.63	A	100%	2.65	A	100%
KA-2 ZE-4	平均値	2.73	A	100%	2.86	A	100%
	測定値	2.61	A	100%	2.76	A	100%
		2.84	A	100%	2.94	A	100%
		2.75	A	100%	2.88	A	100%
KA-2 ZE-1	平均値	2.71	A	100%	2.84	A	100%
	測定値	2.75	A	100%	2.82	A	100%
		2.58	A	100%	2.74	A	100%
		2.81	A	100%	2.95	A	100%
MA-3 ZE-8	平均値	2.03	A	100%	2.19	A	100%
	測定値	1.78	A	100%	1.94	A	100%
		2.46	A	100%	1.83	A	100%
		1.85	A	100%	2.81	A	100%
MA-3 ZE-6	平均値	1.78	A	100%	2.27	A	100%
	測定値	1.82	A	100%	2.20	A	100%
		1.67	A	100%	2.09	A	100%
		1.85	A	100%	2.52	A	100%
MA-3 ZE-4	平均値	2.35	A	100%	2.39	A	100%
	測定値	2.42	A	100%	2.51	A	100%
		2.54	A	100%	2.23	A	100%
		2.10	A	100%	2.43	A	100%
MA-3 ZE-1	平均値	2.15	A	100%	2.27	A	100%
	測定値	2.12	A	100%	2.19	A	100%
		2.31	A	100%	2.33	A	100%
		2.02	A	100%	2.29	A	100%
MA-6 ZE-8	平均値	1.77	A	100%	1.85	A	100%
	測定値	1.75	A	100%	1.80	A	100%
		1.85	A	100%	1.92	A	100%
		1.76	A	100%	1.82	A	100%
MA-6 ZE-6	平均値	1.69	A	100%	1.74	A	100%
	測定値	1.80	A	100%	1.85	A	100%
		1.57	A	100%	1.64	A	100%
		1.69	A	100%	1.73	A	100%
MA-6 ZE-4	平均値	1.68	A 67% C 33%		1.76	A 67% C 33%	
	測定値	1.62	A 100%		1.69	C 100%	
		1.75	A 100%		1.71	C 100%	
		1.68	A 100%		1.88	A 100%	
MA-6 ZE-1	平均値	1.72	A 67% C 33%		1.79	A 67% D 33%	
	測定値	1.74	A 100%		1.85	A 100%	
		1.83	A 100%		1.92	A 100%	
		1.60	A 100%		1.59	D 100%	

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置	
MA-2 ZE-8	平均値	2.80	A 100%	2.87	A 100%
	測定値	2.56	A 100%	2.66	A 100%
		2.95	A 100%	2.98	A 100%
		2.88	A 100%	2.96	A 100%
MA-2 ZE-6	平均値	2.76	A 100%	2.85	A 100%
	測定値	2.45	A 100%	2.62	A 100%
		2.98	A 100%	3.00	A 100%
		2.84	A 100%	2.94	A 100%
MA-2 ZE-4	平均値	2.73	A 100%	2.83	A 100%
	測定値	2.51	A 100%	2.65	A 100%
		2.85	A 100%	2.94	A 100%
		2.84	A 100%	2.91	A 100%
MA-2 ZE-1	平均値	2.66	A 100%	2.75	A 100%
	測定値	2.74	A 100%	2.82	A 100%
		2.68	A 100%	2.80	A 100%
		2.55	A 100%	2.64	A 100%
KA-2 ZE-8	平均値	2.63	A 100%	2.76	A 100%
	測定値	2.38	A 100%	2.45	A 100%
		2.78	A 100%	2.98	A 100%
		2.74	A 100%	2.84	A 100%
KA-2 ZE-6	平均値	2.53	A 100%	3.00	A 100%
	測定値	2.53	A 100%	3.35	A 100%
		2.62	A 100%	2.84	A 100%
		2.44	A 100%	2.80	A 100%
KA-2 ZE-4	平均値	2.58	A 100%	2.68	A 100%
	測定値	2.48	A 100%	2.55	A 100%
		2.61	A 100%	2.72	A 100%
		2.65	A 100%	2.78	A 100%
KA-2 ZE-1	平均値	2.54	A 100%	2.77	A 100%
	測定値	2.51	A 100%	2.75	A 100%
		2.65	A 100%	2.84	A 100%
		2.47	A 100%	2.71	A 100%
MA-3 ZE-8	平均値	1.62	A 100%	2.14	A 100%
	測定値	1.66	A 100%	2.49	A 100%
		1.70	A 100%	1.77	A 100%
		1.51	A 100%	2.16	A 100%
MA-3 ZE-6	平均値	1.69	A 100%	2.69	A 100%
	測定値	1.49	A 100%	2.94	A 100%
		2.03	A 100%	2.67	A 100%
		1.55	A 100%	2.46	A 100%
MA-3 ZE-4	平均値	2.40	A 100%	2.44	A 100%
	測定値	2.44	A 100%	2.35	A 100%
		2.86	A 100%	2.78	A 100%
		1.89	A 100%	2.18	A 100%
MA-3 ZE-1	平均値	1.85	A 100%	1.85	A 100%
	測定値	1.75	A 100%	2.10	A 100%
		1.55	A 100%	1.63	A 100%
		2.26	A 100%	1.82	A 100%
MA-6 ZE-8	平均値	1.56	A 100%	1.61	A 100%
	測定値	1.55	A 100%	1.63	A 100%
		1.69	A 100%	1.71	A 100%
		1.43	A 100%	1.49	A 100%
MA-6 ZE-6	平均値	1.55	A 100%	1.59	A 100%
	測定値	1.66	A 100%	1.72	A 100%
		1.58	A 100%	1.60	A 100%
		1.40	A 100%	1.44	A 100%
MA-6 ZE-4	平均値	1.56	A 100%	1.62	A 100%
	測定値	1.53	A 100%	1.62	A 100%
		1.65	A 100%	1.70	A 100%
		1.50	A 100%	1.55	A 100%
MA-6 ZE-1	平均値	1.63	A 67% B 33%	1.74	A 100%
	測定値	1.50	B 100%	1.55	A 100%
		1.77	A 100%	1.91	A 100%
		1.63	A 100%	1.76	A 100%

表-3 5℃低温状態（28日）+20℃標準状態（7日）での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置		
MA-2 ZE-8	平均値	2.11	A 100%		2.87	A 100%	
	測定値	1.97	A 100%		2.66	A 100%	
		2.00	A 100%		2.98	A 100%	
		2.36	A 100%		2.96	A 100%	
MA-2 ZE-6	平均値	2.15	A 100%		2.85	A 100%	
	測定値	1.80	A 100%		2.62	A 100%	
		2.23	A 100%		3.00	A 100%	
		2.43	A 100%		2.94	A 100%	
MA-2 ZE-4	平均値	2.03	A 100%		2.83	A 100%	
	測定値	2.23	A 100%		2.65	A 100%	
		1.92	A 100%		2.94	A 100%	
		1.95	A 100%		2.91	A 100%	
MA-2 ZE-1	平均値	2.12	A 100%		2.75	A 100%	
	測定値	2.37	A 100%		2.82	A 100%	
		1.85	A 100%		2.80	A 100%	
		2.15	A 100%		2.64	A 100%	
KA-2 ZE-8	平均値	2.59	A 67% I 33%		2.87	A 100%	
	測定値	2.70	A 100%		2.97	A 100%	
		2.62	I 100%		2.50	A 100%	
		2.45	A 100%		3.14	A 100%	
KA-2 ZE-6	平均値	2.54	A 67% IF 33%		2.71	A 100%	
	測定値	2.65	A 100%		2.82	A 100%	
		2.58	A 100%		2.76	A 100%	
		2.38	I 100%		2.55	A 100%	
KA-2 ZE-4	平均値	2.62	A 67% I 33%		2.92	A 100%	
	測定値	2.50	A 100%		2.87	A 100%	
		2.62	I 100%		2.94	A 100%	
		2.75	A 100%		2.96	A 100%	
KA-2 ZE-1	平均値	2.55	A 67% IF 33%		2.78	A 100%	
	測定値	2.58	A 100%		2.83	A 100%	
		2.65	A 100%		2.92	A 100%	
		2.43	I 100%		2.59	A 100%	
MA-3 ZE-8	平均値	1.47	F 100%		2.03	A 67% G 33%	
	測定値	1.37	F 100%		1.94	A 100%	
		1.61	F 100%		2.10	G 100%	
		1.44	F 100%		2.06	A 100%	
MA-3 ZE-6	平均値	1.45	G 100%		2.18	A 67% G 33%	
	測定値	1.45	G 100%		2.08	A 100%	
		1.48	G 100%		2.15	E 100%	
		1.42	G 100%		2.31	A 100%	
MA-3 ZE-4	平均値	1.33	F 100%		2.05	A 100%	
	測定値	1.42	F 100%		1.88	A 100%	
		1.35	F 100%		1.92	A 100%	
		1.21	F 100%		2.35	A 100%	
MA-3 ZE-1	平均値	1.47	F 100%		2.06	A 67% F 33%	
	測定値	1.55	F 100%		2.12	A 100%	
		1.67	F 100%		1.84	A 100%	
		1.20	F 100%		2.21	F 100%	
MA-6 ZE-8	平均値	1.52	F 100%		1.68	A 67% F 33%	
	測定値	1.41	F 100%		1.55	A 100%	
		1.65	F 100%		1.78	G 100%	
		1.50	F 100%		1.71	A 100%	
MA-6 ZE-6	平均値	1.51	A 33% G 67%		1.63	A 100%	
	測定値	1.54	A 100%		1.67	A 100%	
		1.62	G 100%		1.73	A 100%	
		1.37	G 100%		1.50	A 100%	
MA-6 ZE-4	平均値	1.52	A 67% G 33%		1.66	A 100%	
	測定値	1.55	A 100%		1.67	A 100%	
		1.62	A 100%		1.76	A 100%	
		1.40	G 100%		1.54	A 100%	
MA-6 ZE-1	平均値	1.55	A 67% G 33%		1.65	A 100%	
	測定値	1.64	A 100%		1.73	A 100%	
		1.61	A 100%		1.71	A 100%	
		1.41	G 100%		1.53	A 100%	

G社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会(全エポ協)と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | JIS A 5304 300×300×60mm・製造メーカーが異なる2箇所のものを使用 |
| ②補修モルタル | KA-3 (急硬タイプ) |
| ③プライマー | KA-3用 |
| ④素地調整材 | ZE-7 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-3 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-9 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-1 (セラミックパウダー入りエポキシ) |

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃-60RHで24時間養生。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生は24時間。 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け、5~10分間静置後櫛引し、2時間以内にしごき塗りを行った後、2層目を約7mmの厚さに塗りつけた。 |
| ④養生 | 20℃-60%RH |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、補修モルタル打設24時間後に塗布。 |

3-2) 湿潤養生

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生し、表面水を布等で拭き取り浮き水がない状態にしたものを使用。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生は24時間。 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付け、24時間養生。 |
| ④養生 | 20℃-60%RHでコンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、補修モルタル打設24時間後に塗布。 |

3-3) 低温養生

- | | |
|-----------|--------------------------------------|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃で24時間養生。 |
| ②プライマー | 塗布後の養生は24時間。 |
| ③塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付け、24時間養生。 |
| ④養生 | 5℃気乾養生 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、補修モルタル打設24時間後に塗布。 |

破断位置図

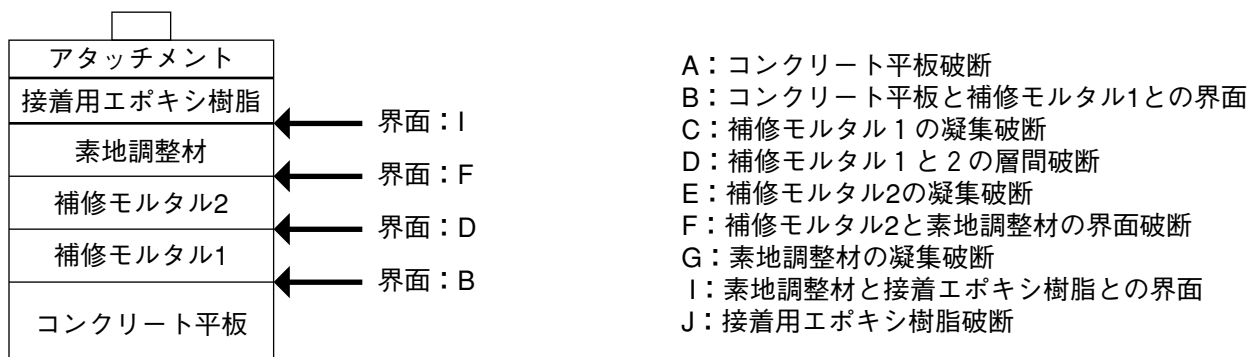


表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置		コンクリート平板
KA-3 ZE-7	平均値	3.10	B 100%	3.12	B 100%	B社品
	測定値	3.38	B 100%	3.00	B 100%	
		2.74	B 100%	3.06	B 100%	
		3.19	B 100%	3.31	B 100%	
KA-3 ZE-3	平均値	3.39	B 100%	3.25	B 100%	B社品
	測定値	3.67	B 100%	3.57	B 100%	
		3.76	B 100%	2.93	B 100%	
		2.74	B 100%	3.25	B 100%	
KA-3 ZE-9	平均値	3.10	B 100%	3.12	B 100%	B社品
	測定値	3.19	B 100%	3.12	B 100%	
		3.50	B 100%	3.19	B 100%	
		2.74	B 100%	3.06	B 100%	
KA-3 ZE-1	平均値	3.00	B 100%	4.48	B 100%	B社品
	測定値	3.00	B 100%	3.51	B 100%	
		2.85	B 100%	3.10	B 100%	
		3.15	B 100%	3.82	B 100%	
KA-3 ZE-7	平均値	0.81	A 100%	1.64	A 100%	A社品
	測定値	0.76	A 100%	1.72	A 100%	
		0.83	A 100%	1.61	A 100%	
		0.83	A 100%	1.59	A 100%	
KA-3 ZE-3	平均値	1.04	A 97% B 3%	1.89	A 100%	A社品
	測定値	1.15	H 100%	2.17	A 100%	
		0.96	H 100%	1.98	A 100%	
		1.02	H 100%	1.53	A 100%	
KA-3 ZE-9	平均値	0.96	A 100%	1.91	A 100%	A社品
	測定値	0.89	A 100%	1.91	A 100%	
		1.02	A 100%	1.85	A 100%	
		0.96	A 100%	1.98	A 100%	
KA-3 ZE-1	平均値	0.89	A 100%	1.68	A 100%	A社品
	測定値	0.83	A 100%	1.59	A 100%	
		0.96	A 100%	1.72	A 100%	
		0.89	A 100%	1.72	A 100%	

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置		コンクリート平板
KA-3 ZE-7	平均値	0.91	A 95% B 5%	1.40	A 100%	A社品
	測定値	0.96	A 100%	1.47	A 100%	
		0.89	A 100%	1.27	A 100%	
		0.89	A 85% B 15%	1.47	A 100%	
KA-3 ZE-3	平均値	0.98	A 100%	1.46	A 100%	A社品
	測定値	0.89	A 100%	1.59	A 100%	
		1.15	A 100%	1.53	A 100%	
		0.89	A 100%	1.27	A 100%	
KA-3 ZE-9	平均値	0.96	A 97% B 3%	1.63	A 100%	A社品
	測定値	0.96	A 100%	1.72	A 100%	
		1.02	A 100%	1.27	A 100%	
		0.89	A 100%	0.91	A 100%	
KA-3 ZE-1	平均値	1.15	A 100%	1.89	A 100%	A社品
	測定値	1.15	A 100%	1.91	A 100%	
		1.08	A 100%	1.85	A 100%	
		1.21	A 100%	1.98	A 100%	

表-3 5℃低温状態（28日）+20℃標準状態（7日）での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置		35日強度 (N/mm ²) と破断位置		コンクリート平板
KA-3 ZE-7	平均値	1.05	A 80% B 20%	2.06	A 80% B 20%	1.72	A 100%	A社品
	測定値	1.08	A 100%	1.78	A 100%	1.72	A 100%	
		1.05	A 40% B 60%	2.42	A 100%	1.66	A 100%	
		1.02	A 100%	1.98	A 40% B 60%	1.78	A 100%	
KA-3 ZE-7	平均値	1.09	A 63% B 37%	1.76	A 53% B 47%	1.80	A 53% B 47%	A社品
	測定値	1.15	A 40% B 60%	1.66	A 46% B 60%	1.59	A 100%	
		1.15	A 50% B 50%	2.10	A 100%	2.04	A 40% B 60%	
		2.27	A 100%	1.53	A 20% B 80%	1.78	A 20% B 80%	
KA-3 ZE-7	平均値	0.87	B 100%	2.04	A 100%	2.04	A 100%	A社品
	測定値	0.83	B 100%	2.23	A 100%	2.04	A 100%	
		0.96	B 100%	1.98	A 100%	2.17	A 100%	
		0.83	B 100%	1.91	A 100%	1.92	A 100%	
KA-3 ZE-7	平均値	0.87	B 100%	2.64	B 100%	1.72	A 100%	A社品
	測定値	0.83	B 100%	1.55	B 100%	1.78	A 100%	
		0.89	B 100%	1.85	B 100%	1.66	A 100%	
		0.89	B 100%	1.53	B 100%	1.72	A 100%	

H社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会（全エポ協）と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

①コンクリート平板	JIS A 5304 300×300×60mm
②補修モルタル	KA-6
③プライマー	KA-6用 下地ーモルタル間／モルタルーモルタル間
④素地調整材	ZE-2（素地調整材Ⅰ種） ZE-4（素地調整材Ⅱ種） ZE-6（素地調整材Ⅱ種） ZE-8（素地調整材Ⅱ種） ※溶剤型プライマー有り

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃で24時間養生。
②プライマー	塗布後の養生は乾燥するまでとした。
③塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け24時間養生後、しごき塗りをを行い、約7mmの厚さに塗りつけた。
④養生	20℃・1日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

3-2) 湿潤養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生し、表面水を布等で拭き取り浮き水がない状態にしたものを使用。
②プライマー	塗布後の養生は乾燥するまでとした。
③塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
④養生	コンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。20℃湿潤状態で1日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

3-3) 低温養生

①コンクリート平板	表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃で24時間養生。
②プライマー	塗布後の養生は乾燥するまでとした。
③塗り厚さ	しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付けた。
④養生	5℃・1日間養生。
⑤素地調整材	メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。

破断位置図

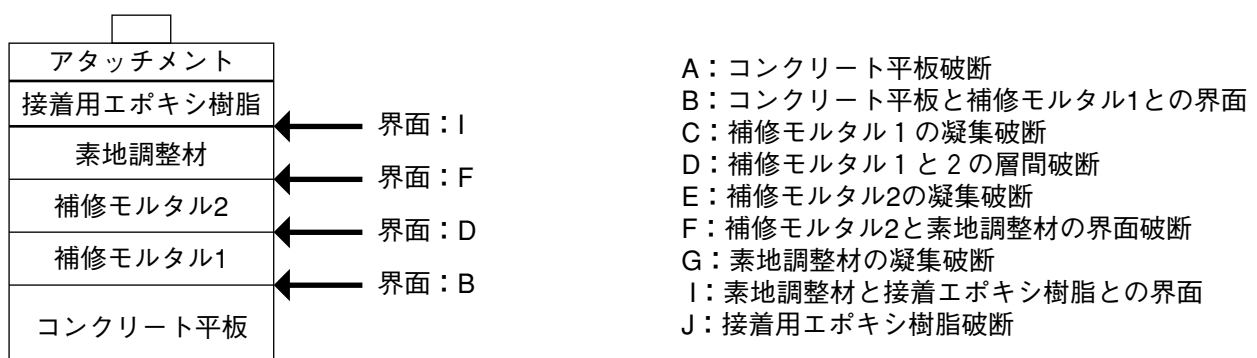


表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置		
KA-6 ZE-2	平均値	2.07	A 100%		2.33	A 100%	
	測定値	2.40	A 100%		2.02	A 100%	
		1.79	A 100%		2.82	A 100%	
		2.01	A 100%		2.15	A 100%	
KA-6 ZE-4	平均値	2.12	A 70% C 30%		2.03	A 80% B 10% C 10%	
	測定値	2.35	A 40% C 60%		2.40	A 70% B 10% C 20%	
		2.00	A 100%		2.34	A 70% B 20% C 10%	
		2.00	A 70% C 30%		1.36	A 100%	
KA-6 ZE-6	平均値	1.39	A 7% C 93%		1.69	A 87% B 3% C 10%	
	測定値	1.25	C 100%		1.75	A 80% B 10% C 10%	
		1.29	C 100%		1.42	A 100%	
		1.62	A 20% C 80%		1.89	A 80% C 20%	
KA-6 ZE-8	平均値	1.96	A 33% C 67%		2.14	A 87% C 13%	
	測定値	1.97	E 100%		2.21	A 70% C 30%	
		2.20	E 100%		2.65	A 90% C 10%	
		1.72	A 100%		1.56	A 100%	

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置		
KA-6 ZE-2	平均値	2.16	C 3% G 97%		2.52	A 100%	
	測定値	2.07	G 100%		2.41	A 100%	
		2.00	G 100%		2.72	A 100%	
		2.40	C 10% G 90%		2.43	A 100%	
KA-6 ZE-4	平均値	1.91	A 100%		2.42	A 100%	
	測定値	2.19	A 100%		3.06	A 100%	
		1.83	A 100%		2.44	A 100%	
		1.72	A 100%		1.76	A 100%	
KA-6 ZE-6	平均値	2.09	A 60% C 40%		2.41	A 100%	
	測定値	2.08	C 100%		2.70	A 100%	
		2.11	A 100%		2.36	A 100%	
		2.09	A 80% C 20%		2.16	A 100%	
KA-6 ZE-8	平均値	2.31	A 80% C 20%		2.45	A 100%	
	測定値	2.24	A 100%		2.22	A 100%	
		2.26	A 40% C 60%		3.00	A 100%	
		2.43	A 100%		2.13	A 100%	

表-3 5℃低温状態 (28日) + 20℃標準状態 (7日) での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置			28日強度 (N/mm ²) と破断位置			35日強度 (N/mm ²) と破断位置		
KA-6 ZE-2	平均値	1.33	G 100%		2.05	A 100%		1.68	G 100%	
	測定値	1.26	G 100%		2.35	A 100%		1.72	G 100%	
		1.36	G 100%		1.68	A 100%		1.59	G 100%	
		1.37	G 100%		2.13	A 100%		1.73	G 100%	
KA-6 ZE-4	平均値	1.90	A 100%		2.87	A 100%		3.25	A 97% C 3%	
	測定値	1.84	A 100%		3.09	A 100%		3.80	A 100%	
		2.46	A 100%		3.13	A 100%		3.03	A 100%	
		1.41	A 100%		2.39	A 100%		2.93	A 90% C 10%	
KA-6 ZE-6	平均値	2.45	A 100%		2.47	A 100%		2.88	A 67% F 20% G 13%	
	測定値	2.75	A 100%		2.60	A 100%		2.98	F 60% G 40%	
		2.29	A 100%		2.20	A 100%		2.73	A 100%	
		2.30	A 100%		2.62	A 100%		2.93	A 100%	
KA-6 ZE-8	平均値	2.37	A 33% C 47% J 20%		2.95	A 66% C 17% J 17%		2.21	A 60% B 7% C 33%	
	測定値	2.61	A 100%		2.64	A 100%		1.88	A 80% B 20%	
		2.48	C 50% J 50%		3.08	C 50% J 50%		2.16	C 100%	
		2.02	C 90% J 10%		3.13	A 100%		2.59	A 100%	

J社

1. 目的

補修モルタル協会と全国エポキシ工事業協会(全エポ協)と共同で、下水処理場の補修工事における補修モルタルと素地調材との接着試験を行った。

この結果を基に、補修工事における注意点を明らかにしていく。

2. 実験条件

1) 使用材料

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | JIS A 5304 300×300×60mm |
| ②補修モルタル | KA-7 (急硬・厚塗りタイプ)
KA-8 (急硬・厚塗りタイプ)
MA-4 (普通・薄塗りタイプ) |
| ④素地調整材 | ZE-2 (素地調整材Ⅰ種)
ZE-4 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-6 (素地調整材Ⅱ種)
ZE-8 (素地調整材Ⅱ種) |

3. 供試体作成

3-1) 標準養生

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃-60RHで24時間養生。 |
| ②塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約7mmの厚みに塗り付け、24時間養生後、2層目を約7mmの厚さに塗りつけた。 |
| ③養生 | 20℃-60%RH 24時間養生。※普通タイプ(MA-4)のみ3日間養生。 |
| ④素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

3-2) 湿潤養生

- | | |
|-----------|--|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、20℃水中で24時間養生。 |
| ②塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付け、24時間養生。 |
| ③養生 | 20℃-60%RHでコンクリート平板上面が水面から約5mm出るように浸漬。24時間養生。
※普通タイプ(MA-4)のみ3日間養生。 |
| ④素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

3-3) 低温養生

- | | |
|-----------|--------------------------------------|
| ①コンクリート平板 | 表面の汚れ、付着物等をワイヤーブラシ、布等で除去し、5℃で24時間養生。 |
| ②塗り厚さ | しごき塗りを行った後、約10mmの厚みに塗り付け、24時間養生。 |
| ③養生 | 5℃-35%RH 24日間養生。※普通タイプ(MA-4)のみ3日間養生。 |
| ⑤素地調整材 | メーカーの手順に従い、約0.5mm厚さに塗布した。 |

4. まとめ

1) 標準養生

- ・素地調整材Ⅰ種を急硬タイプのモルタルの打設後1日目に塗布するとピンホールが発生しやすかった。しかし硬化前にコテがけするとほとんど無くすことができた。
- ・素地調整材がモルタル界面で剥離することはなかった。
- ・すべての補修モルタルで7日後の接着強度は1.5N/mm²をクリアできた。
- ・破断位置はほとんど補修モルタルの凝集破断かコンクリート平板の破断であった。

2) 湿潤養生

- ・素地調整材Ⅰ種を急硬タイプのモルタルの打設後1日目に塗布するとピンホールが発生しやすかった。しかし硬化前にコテがけするとほとんど無くすことができた。
- ・素地調整材がモルタル界面で剥離することはなかった。
- ・すべての補修モルタルで7日後の接着強度は14.7N/mm²をクリアできた。
- ・破断位置では補修モルタルとコンクリート平板の界面破断が増加した。

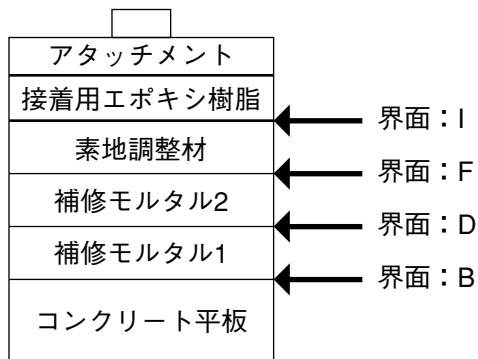
3) 低温状態

- ・素地調整材Ⅰ種を急硬タイプのモルタルの打設後1日目に塗布するとピンホールが発生しやすかった。
- ・素地調整材Ⅱ種が補修モルタル界面で剥離することはなかったが、素地調整材の破断が見られた。
- ・破断位置はほとんど補修モルタルの凝集破断かコンクリート平板の破断であった。

4) 補修工事における注意点

- ・急硬タイプのモルタルについては素地調整材Ⅰ種の塗布は打設後2日目で降が好ましい。Ⅱ種は翌日で塗布可能と思われる。普通タイプのモルタルについては素地調整材塗布は打設後3日目で降で問題はなかった。
- ・湿潤養生については、接着強度はあるものの界面破断の可能性が増加することにより、プライマーの使用の他、送風機などの湿気対策が必要と考えられる。

破断位置図



- A：コンクリート平板破断
- B：コンクリート平板と補修モルタル1との界面
- C：補修モルタル1の凝集破断
- D：補修モルタル1と2の層間破断
- E：補修モルタル2の凝集破断
- F：補修モルタル2と素地調整材の界面破断
- G：素地調整材の凝集破断
- I：素地調整材と接着エポキシ樹脂との界面
- J：接着用エポキシ樹脂破断

表-1 20℃標準状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置	
KA-8 ZE-2	平均值	2.43	A 100%	3.53	A 100%
	測定値	2.93	A 100%	2.98	A 100%
		2.04	A 100%	3.70	A 100%
		2.34	A 100%	3.91	A 100%
KA-8 ZE-4	平均值	2.20	A 100%	3.08	J 33% A 67%
	測定値	2.14	A 100%	3.08	A 100%
		2.19	A 100%	2.38	A 100%
		2.26	A 100%	3.78	J 100%
KA-8 ZE-6	平均值	2.20	C 10% A 90%	3.04	C 23% A 77%
	測定値	1.74	A 100%	2.97	C 10% A 90%
		2.52	C 20% A 80%	3.53	C 60% A 40%
		2.31	C 20% A 70%	2.62	A 100%
KA-8 ZE-8	平均值	2.07	A 100%	3.81	A 100%
	測定値	2.02	A 100%	4.08	A 100%
		2.58	A 100%	3.99	A 100%
		1.61	A 100%	3.36	A 100%
KA-7 ZE-2	平均值	2.48	C 47% A 53%	2.59	A 100%
	測定値	2.56	C 40% A 60%	2.86	A 100%
		2.62	C 70% A 30%	3.61	A 100%
		2.25	C 30% A 70%	2.27	A 100%
KA-7 ZE-4	平均值	2.44	C 40% A 60%	3.10	J 33% A 67%
	測定値	2.29	C 60% A 40%	2.98	J 100%
		2.50	C 40% A 60%	3.08	A 100%
		2.48	C 20% A 80%	3.24	A 100%
KA-7 ZE-6	平均值	2.64	A 100%	2.59	A 100%
	測定値	1.99	A 100%	3.11	A 100%
		3.24	A 100%	2.70	A 100%
		2.69	A 100%	1.96	A 100%
KA-7 ZE-8	平均值	2.45	C 40% A 60%	3.08	J 67% C 3% A 30%
	測定値	2.33	A 40%	3.26	J 100%
		2.68	C 40% A 60%	3.46	C 10% A 90%
		2.35	C 20% A 80%	2.51	J 100%
KA-4 ZE-2	平均值	1.87	C 100%	2.25	C 98% A 2%
	測定値	2.00	C 100%	1.54	C 95% A 5%
		1.83	C 100%	2.93	C 100%
		1.80	C 100%	2.29	C 100%
KA-4 ZE-4	平均值	1.83	C 100%	2.56	C 97% A 3%
	測定値	1.77	C 100%	2.38	C 95% A 5%
		1.90	C 100%	2.72	C 100%
		1.83	C 100%	2.59	C 95% A 5%
KA-4 ZE-6	平均值	1.87	C 100%	2.24	J 33% C 67%
	測定値	2.21	C 100%	1.71	C 100%
		1.70	C 100%	2.59	J 100%
		1.71	C 100%	2.43	C 100%
KA-4 ZE-8	平均值	1.71	J 33% C 67%	2.50	C 100%
	測定値	1.64	C 100%	2.68	C 100%
		1.77	C 100%	2.66	C 100%
		0.00	J 100%	2.19	C 100%

表-2 20℃湿潤状態での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置				28日強度 (N/mm ²) と破断位置			
KA-8 ZE-2	平均値	2.43	J 33% C 5% B 32% A 30%			2.99	C 13% B 40% A 47%		
	測定値	2.12	J 100%			2.72	C 20% B 30% A 50%		
		2.98	C 5% B 95%			2.72	C 20% B 30% A 51%		
		2.19	C 10% A 90%			3.51	C 10% B 10% A 80%		
KA-8 ZE-4	平均値	2.18	B 40% A 60%			2.85	B 80% A 20%		
	測定値	1.79	B 40% A 60%			2.58	B 95% A 5%		
		2.61	B 80% A 20%			3.52	B 95% A 5%		
		2.13	A 100%			2.11	B 50% A 50%		
KA-8 ZE-6	平均値	2.16	B 88% A 10% C 2%			2.19	J 33% B 65% A 2%		
	測定値	1.80	B 80% A 20%			2.22	B 95% A 5%		
		2.63	B 95% A 5%			2.62	B 100%		
		2.04	B 90% A 5% C 5%			1.71	J 100%		
KA-8 ZE-8	平均値	2.19	C 7% A 93%			3.48	C 7% A 93%		
	測定値	2.63	A 100%			3.26	C 20% A 80%		
		1.83	C 20% A 80%			2.89	A 100%		
		2.12	A 100%			4.29	A 100%		
KA-7 ZE-2	平均値	1.97	C 43% B 10% A 47%			2.82	A 100%		
	測定値	1.71	C 50% A 50%			3.40	A 100%		
		2.46	C 10% A 90%			2.21	A 100%		
		1.73	C 70% B 30%			2.86	A 100%		
KA-7 ZE-4	平均値	1.92	C 10% A 90%			2.01	A 100%		
	測定値	2.10	C 15% A 85%			1.65	A 100%		
		2.02	C 10% A 90%			1.71	A 100%		
		1.65	C 5% A 95%			2.70	A 100%		
KA-7 ZE-6	平均値	1.84	C 10% A 90%			2.89	C 7% B 17% A 76%		
	測定値	2.03	C 30% A 70%			3.26	A 100%		
		1.75	C 5% A 95%			3.10	C 10% B 40% A 50%		
		1.73	C 10% A 90%			2.31	C 10% B 10% A 80%		
KA-7 ZE-8	平均値	2.02	C 53% A 47%			3.19	C 15% B 17% A 68%		
	測定値	1.85	A 100%			2.86	C 20% B 40% A 40%		
		2.17	C 100%			3.29	C 15% B 5% A 80%		
		2.03	C 60% A 40%			3.39	C 10% B 5% A 85%		

表-3 5℃低温状態（28日）+20℃標準状態（7日）での接着強度と破断位置

項目		7日強度 (N/mm ²) と破断位置		28日強度 (N/mm ²) と破断位置		35日強度 (N/mm ²) と破断位置	
KA-8 ZE-2	平均值	0.92	C 100%	1.46	G 3% C 97%	2.18	C 97% A 3%
	測定値	0.92	C 100%	1.46	C 100%	1.56	C 100%
		1.09	C 100%	1.39	G 10% C 90%	2.23	C 95% A 5%
		0.74	C 100%	1.53	C 100%	2.75	C 95% A 5%
KA-8 ZE-4	平均值	0.92	C 100%	1.44	G 2% C 98%	2.34	C 63% A 37%
	測定値	0.88	C 100%	1.19	C 100%	2.18	C 15% A 85%
		0.91	C 100%	1.80	G 5% C 95%	2.24	C 75% A 25%
		0.99	C 100%	1.33	C 100%	2.61	C 100%
KA-8 ZE-6	平均值	0.83	C 100%	1.44	C 100%	2.62	C 100%
	測定値	0.84	C 100%	1.56	C 100%	2.66	C 100%
		0.98	C 100%	1.46	C 100%	2.58	C 100%
		0.69	C 100%	1.31	C 100%	2.63	C 100%
KA-8 ZE-8	平均值	1.21	C 100%	1.72	C 100%	1.61	C 73% A 27%
	測定値	1.11	C 100%	1.72	C 100%	1.53	C 20% A 80%
		1.24	C 100%	1.68	C 100%	1.68	C 100%
		1.27	C 100%	1.74	C 100%	1.60	C 100%
KA-7 ZE-2	平均值	2.77	J 33% C 67%	3.34	G 13% C 74% A 13%	3.19	C 17% A 83%
	測定値	2.53	C 100%	3.59	C 100%	2.67	A 100%
		3.02	C 100%	3.08	G 40% C 60%	4.14	C 50% A 100%
		0.00	J 100%	3.35	C 60% A 40%	2.76	A 100%
KA-7 ZE-4	平均值	1.79	G 20% C 80%	2.73	G 30% C 40% A 30%	2.67	G 10% C 23% A 67%
	測定値	1.70	G 30% C 70%	2.99	G 90% C 10%	2.66	A 100%
		2.19	C 100%	2.92	C 90% A 10%	2.67	G 30% C 70%
		1.49	G 30% C 70%	2.29	C 80% A 20%	2.68	A 100%
KA-7 ZE-6	平均值	1.56	C 100%	2.66	J 67% C 23% A 10%	2.96	G 3% C 67% B 30%
	測定値	1.39	C 100%	2.39	J 100%	3.27	G 10% C 90%
		1.57	C 100%	2.60	J 100%	3.01	C 60% B 40%
		1.71	C 100%	2.97	C 70% A 30%	2.60	C 50% B 50%
KA-7 ZE-8	平均值	1.63	J 33% C 67%	2.94	J 33% C 67%	2.99	C 87% A 13%
	測定値	1.87	C 100%	2.81	J 100%	3.07	C 60% A 40%
		1.66	C 100%	3.44	C 100%	2.51	C 100%
		1.37	J 100%	2.56	C 100%	3.39	C 100%