

コンクリート用表面コーティング材料のひび割れ追従性に関する研究

千葉工業大学院 学 生 員 飯塚康弘
 東京大学生産技術研究所 正 会 員 西村次男
 東京大学 国際産学・共同研究センター F10-会 員 魚本健人

1. はじめに

ひび割れを有するコンクリート部材に対する補修方法の一つとして多くのコーティング材料が使われているが、その性能を評価する方法としては化学的な性質に注目されたものが多く、物理的な性質としてはひび割れ追従性試験、つまり静的試験のみしか確立されていないのが現状である。そこで本研究では、15種類の塗膜をコーティングしたモルタル供試体を作製し、その供試体に静的引張試験を行うとともに、動的引張荷重を受ける疲労試験を行い、塗膜がどのような挙動を示すかひび割れ追従性に着目し、実験的に調べた。

2. 実験概要

2.1 供試体及び配合

供試体の概略を図-1に示す。今回、塗膜の破断を誘発させるため、中央部には厚さ0.2mmテフロンシートを挟み、模擬ひび割れを導入した。モルタルの硬化後、テフロンシートは取り除いた。また鉄筋とモルタルの付着力を向上させるために、丸鋼スパイラル筋を両端に導入した。モルタルの使用材料及び配合・性状を表-1、表-2に示す。塗布方法は、供試体の2面に各15種類の塗膜を各社の規格・仕様に従って塗布した。選定基準としては、各社の公表しているひび割れ追従性(JSCE-K532)を参考にし、値の高いものだけでなく比較検討のため値が均等に散らばるように選定した。なお静的引張試験では、1種類の塗膜材料につき試験体3本、合計45本の試験体を作製した。疲労試験用試験体も同様に45本作製した。

2.2 実験方法

(1) 静的引張試験

図-2に示すように、作製した供試体のモルタル面にはひび割れをまたいで標点距離50mmのゲージを取り付け、ひび割れ幅の変位量を測定した。また塗膜面には、長さ20mmのひずみゲージを取り付け、ひずみ量を測定した。本実験では油圧式サーボパルサーを用い、載荷方法は荷重制御で約1kN(100kgf)ピッチで単調漸増載荷とした。

(2) 疲労試験

実高架橋の状態に合わせた条件で繰返し引張り、モルタルに追従する塗膜の挙動を観察する。実高架橋に合わせた条件とは実測から得た表-3の条件であり、これに即し実験を行う。まず取り付けたゲージの示す値が0.2mmに開くまで供試体を引張り、その状態で試験体を振幅0.02mmで疲労試験を行った。この際の制御はゲ

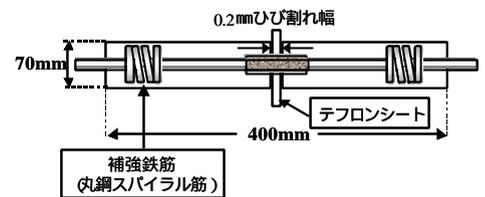


図-1 供試体概要図

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント	
	比重 = 3.16	比表面積 = 3290 (cm ² /g)
細骨材	大井川水産系 陸砂	
	比重 = 2.59	吸水率 = 1.98 (%)
	実績率 = 68.5 (%)	粗粒率 = 2.69

表-2 モルタル配合・性状

水セメント比 W/C	セメント S/C	単位置 (kg/m ³)		
		水 W	セメント C	細骨材 S
0.65	3	306	471	1412
第1回目	モルタルフロー	259 × 258mm		
	圧縮強度 (28日)	37.9N/mm ²		
第2回目	モルタルフロー	255 × 252mm		
	圧縮強度 (28日)	36.8N/mm ²		

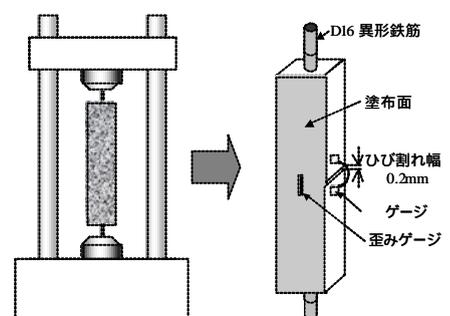


図-2 実験概略図

表-3 疲労試験条件

対象ひび割れ幅	0.2mm
ひび割れ振幅	0.02mm
周波数	10Hz

ージ制御で行い、最高回数は、全試験体とも 100 万回と設定した。

実験結果

(1) 静的引張試験

表 - 4 に試験後の結果を示す。ここで示す、追従限界ひび割れ幅とは塗膜が破断する際のひび割れ幅である。図 - 3 に、塗膜厚と追従限界ひび割れ幅との関係を図に示す。図より矢印で示されている供試体 2 以外のものは、多少の誤差はあるものの膜厚が大きくなると、追従限界ひび割れ幅も大きくなる事が確認できた。供試体 2 が、外れる理由としては、どの供試体も何層にも分けられ様々な塗膜材が塗布されており、その中でも一番大きな膜厚を示す供試体 2 の中塗材が唯一ポリブタジエン系樹脂であるためだと推測される。本来、ポリブタジエン系樹脂は高い追従性能を持っている¹⁾が、本研究の範囲内ではそれが見られなかった。他の供試体は、中塗材にエポキシ系樹脂、上塗りにフッ素系樹脂が使われているのが 7 本を占めている。ここで、上層部の塗膜材料と、下層部の塗膜材料との付着力の問題が考えられることより、その塗膜材と他の塗膜材との付着力及び性状は今後の検討課題とする。

(2) 疲労試験

表 - 5 に疲労試験後の結果を示す。実験の都合上、2 本での考察とする。塗膜の破断回数は、どちらか片方のひずみゲージが切れたときとしたが、図 - 5 のように、ゲージ部分は壊れずに、両端面から亀裂が入りゲージ手前で進行を止めるものがほとんどであった。また、塗膜の伸びに対しひずみゲージ自体が耐えられなくなり破断することが見受けられたため、破断回数は良好な結果とは言い難い。しかし塗膜の亀裂の長さを測定したところ、それぞれの違いがはっきりと現れた。供試体 6, 15 に関しては、全く亀裂の進行は見られなかったが、それ以外の供試体は、大小の差はあるものの亀裂の進行が見られる。そこで、静的試験で得られた追従限界ひび割れ幅と、疲労試験での塗膜の亀裂長さの関係を図 - 4 に示してみると、供試体 2 を除くと、相関性が見られる。これより、追従限界ひび割れ幅が大きい塗膜材、つまり伸び性能が高い塗膜材は、疲労荷重による塗膜のひび割れの進展を抑制するのに有効な材料であると考えられる。

6. まとめ

既往の研究¹⁾と同様に、塗膜厚と追従限界ひび割れ幅の関係には、相関性があることが確認できた。

伸び性能が高い塗膜材は、ひび割れの進展を抑制するのに有効な材料であると考えられる。

今後は上塗材・中塗材・下塗材、それぞれの材料同士の付着性状を把握する必要があると考えられる。

参考文献 1) 伊東洋 他: コンクリート表面塗布材のひび割れ追従性評価に関する実験的研究, JCI 年次論文報告集, 1989, pp761 ~ 764

謝辞: 本研究は東京大学生産技術研究所第 5 部魚本研究室で行ったものであり、多大なご協力を頂いた研究室の方々へ感謝の意を表します。また、供試体に塗膜材料の施工をしていただいた各社の方々にも合わせて感謝の意を表します。

表 - 4 静的引張試験結果

静的引張試験 供試体	追従限界 ひび割れ幅 (mm)	塗膜破断直前の 最大ひずみ量 ($\times 10^{-4}$ μ)	塗膜の 総膜厚 (μ m)
1	2.46	4.38	1135
2	1.64	3.58	1345
3	3.03	3.01	985
4	1.81	7.70	350
5	2.83	9.65	950
6	2.60	4.92	-
7	2.33	6.93	595
8	1.88	8.08	185
9	2.01	4.02	505
10	1.80	7.82	350
11	2.24	5.50	330
12	2.59	5.73	1171
13	2.36	7.35	270
14	2.56	5.11	-
15	2.74	1.15	690

供試体 1~15 はそれぞれ 3 本の平均値である。
6, 14 の塗膜厚は公表値無し。

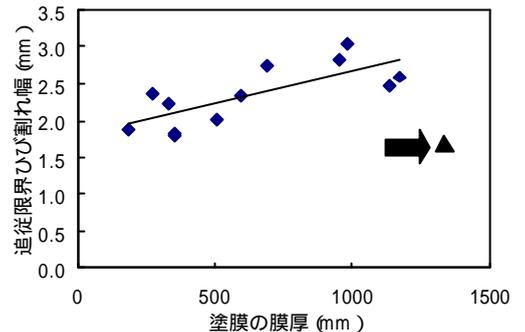


図 - 3 膜厚と追従限界ひび割れ幅の関係

表 - 5 疲労試験結果

疲労試験 供試体	ひずみゲージ破断回数		塗膜の亀裂長さ (mm)		
	1 本目	2 本目	1 本目	2 本目	合計
1	破断無し	破断無し	19.31	0.00	19.31
2	破断無し	破断無し	1.81	0.46	2.26
3	破断無し	破断無し	6.46	0.00	6.46
4	試験開始直後	試験開始直後	32.04	27.39	59.43
5	約 54000 回	破断無し	9.25	3.39	12.64
6	約 12000 回	約 70200 回	0.00	0.00	0.00
7	約 12000 回	破断無し	29.55	2.50	32.04
8	約 174000 回	試験開始直後	49.09	58.36	107.45
9	約 306000 回	破断無し	38.33	21.80	60.13
10	約 6000 回	約 6000 回	58.92	35.00	93.92
11	約 696000 回	約 96000 回	3.69	6.13	9.81
12	破断無し	破断無し	15.22	16.21	31.42
13	破断無し	破断無し	1.55	24.30	25.85
14	破断無し	破断無し	0.69	0.00	0.69
15	破断無し	破断無し	0.00	0.00	0.00

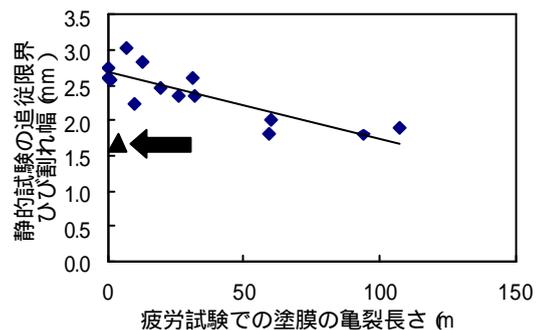


図 - 4 追従限界ひび割れ幅と亀裂長さの関係

図 - 5 亀裂の進展パターン

