

V-187

繰返し荷重下における樹脂ライニングのひびわれ追従性

鳥取大学工学部 正員 ○井上 正一
 鳥取大学工学部 正員 西林 新蔵
 ヨーボント建設(株) 正員 松下 幸義
 鳥取大学工学部 学員 伊南 仁樹

1. まえがき

塩害やアルカリ骨材反応の抑制防止対策として、あるいはこれらによる損傷を受けたコンクリート構造物の補修法の一つとして、コンクリート表面への樹脂ライニング工法が広く採用されている。ここでは、この種の工法に用いられる塗膜材料としての樹脂が具備しなければならない要件のうち、遮水性能と静的および繰返し荷重(以下動的荷重と称す)下におけるひびわれ追従性を検討した結果について述べる。

2. 実験概要

ひびわれ追従性試験における実験計画と塗装仕様等の詳細は表-1に示す。各試験に用いた供試体は図-1に示す通りで、材令28日まで水中養生を施した後、実験室で2ヶ月間以上自然乾燥させ、その後所定膜厚の樹脂ライニングを行った。試験は材令4ヶ月以上に達した時点で開始し、遮水性試験においては無筋の角柱供試体を海水中に浸漬し、吸水量の経時変化を測定した。一方、静的および動的荷重

表-1 静的および繰返し荷重下のひびわれ追従性試験

供試体の名称	ライニング厚 (μm)		表面処理 (面取り)	f c (kgf/cm ²)	主鉄筋量 A s (cm ²)	平均終局耐力 Pu(tf)	荷重比 Ps (%)
	厚	中塗り					
P300	300	P	無	562(496)	2D19 = 5.73	— (6.5)	—
P500	500						
P1000	1000						
P'1000	1000	E	有	574(485)	(2D13)	13.6 (6.7)	70~50
E500	500			564(480)	=2.53)	13.7 (6.7)	30~60

ライニング; P, P': 厚膜型ポリブタジエンゴム系樹脂, E: 柔軟型エポキシ樹脂, その他は同一で、素地調整用にはプライマー(0.1 kg/m²)とパテ(0.5 kg/m²)を、上塗りにはポリウレタン(0.12 kg/m²)を用いている。 f c: 静的、疲労の各試験開始時のコンクリートの平均圧縮強度、()の数値は静的試験用の値

下のひびわれ追従性試験は、スパン 150 cm の3等分載荷にて、それぞれスパン中央のたわみ制御による静的試験および繰返し載荷速度 5 Hz の一定荷重振幅の疲労試験を行い、RCはり供試体の塗膜破断(ピンホールが発生した状態)とその時の破断位置のひびわれ幅を測定した。なお、用いた樹脂の種類と膜厚(中塗り厚)は表-1に示す通りで、塗装は素地調整(プライマー, パテ)と中塗り, 上塗りからなっている。また、静的荷重下のひびわれ追従性試験は気中で、動的荷重下のそれは水中で試験している。

3. 結果と考察

3.1 遮水性能

図-2に、浸漬日数 t と吸水量との関係を示す。図より、P系塗膜供試体の吸水量は浸漬日数 200日から 400日にかけてやや増加するが、その後はほぼ一定値を示し現在の 1100日に至っている。P'系およびE系塗膜の吸水量は浸漬日数が少ないこともあってほとんど認められないが、塗膜を施した全ての供試体の吸水量は無塗装(図中の記号N)のそれよりも小さく、膜厚 300 μm においてもかなりの遮水性が期待できるものと考えられる。

3.2 ひびわれ追従性

ここでは、塗膜の破断を極めて小さなピンホールが観察された時点でもって定義する。

3.2.1 静的荷重下のひびわれ追従性

平均ランク法によれば、塗膜があるひびわれ幅まで破断しない

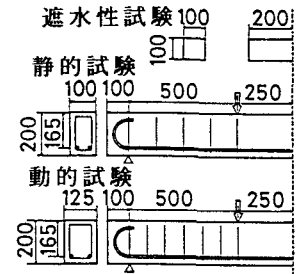


図-1 供試体の詳細

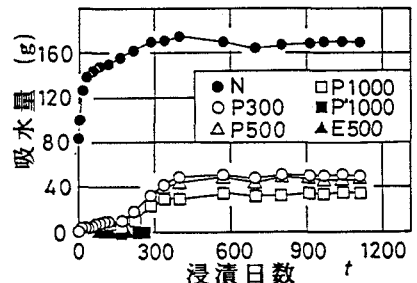


図-2 吸水量の経時変化

確率 (P(W): 生存確率) は式(1)で表される。

$$P(W) = 1 - r / (L + 1) \quad (1)$$

ここに、r は塗膜の破断総数Lに対し、そのひびわれ幅を小さい順に並べたときの序数である。

図-3は、膜厚型ポリブタジエンゴム系 (P, P'系) と柔軟型エポキシゴム系 (E系) の2種類の樹脂に対し、膜厚をパラメータとする生存確率P(W)とひびわれ幅Wとの関係を正規確率紙上に示したものである。図より、いずれのプロット点もほぼ直線上にあり、同一樹脂における同一膜厚ごとのひびわれ幅の分布は正規分布に従うといえる。

このとき、正規分布を表す直線式、および平均ひびわれ幅WとWの標準偏差V(W)はそれぞれ式(2), (3)で算定される。

$$t = A \cdot W + B, \quad t = \Phi^{-1}(1 - P(W)) \quad (2)$$

$$W = -B / A, \quad V(W) = 1 / A \quad (3)$$

ここに、t は標準正規変量で、A, Bは実験定数である。

図-4に、式(2)の係数を最小2乗法によって決定した直線式(図-3中の式参照)より算定されるWないしはV(W)と膜厚との関係を示す。図より、静的荷重下におけるP系塗膜のひびわれ追従性は、膜厚を増加することによって改善できること、同一塗装仕様、同一膜厚のP, P'系塗膜(表-1参照)の比較より、表面処理として、供試体隅角部の面取りを行うことによってひびわれ追従性はかなり改善できること、E系塗膜のひびわれ追従性は同一膜厚におけるPやP'系塗膜よりも良好であること、などがわかる。しかし、V(W)で評価されるWのばらつきは、ひびわれ追従性の良好なものほど大きくなるという特性も見られる。

3. 2. 2 動的荷重下のひびわれ追従性

図-5は、疲労試験において、繰返し载荷回数n=10⁴, ..., 2・10⁶回等で観察された塗膜破断に対し、その位置のひびわれ幅を示したもので、疲労試験に先立って行った静的耐力測定用(疲労試験に用いたものと同一はり)の静的荷重下の結果も併記している。これらの図より、塗装仕様や膜厚に関係なく、動的荷重下におけるひびわれ追従性は静的荷重下におけるよりも大幅に低下すること、さらに同一塗膜における塗膜破断時のひびわれ幅は低荷重比となって繰返し载荷回数が増加するに伴って低下することもわかる。この場合、P, P', E系塗膜の動的ひびわれ追従性は、静的荷重下で追従性が良好なものほど良く、同一荷重比、同一载荷回数におけるひびわれ追従性は、伸び能力の大きなE系塗膜と膜厚がその2倍のP'塗膜とはほぼ等しい。これらの結果より、動的荷重下のひびわれ追従性は、樹脂の種類や膜厚ばかりでなく、荷重の大きさやその作用回数をも考慮して評価する必要があるといえる。

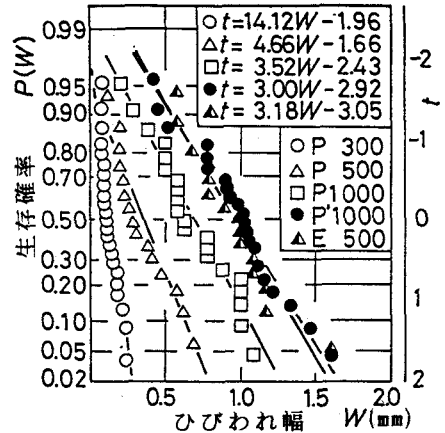


図-3 P(W) - W関係

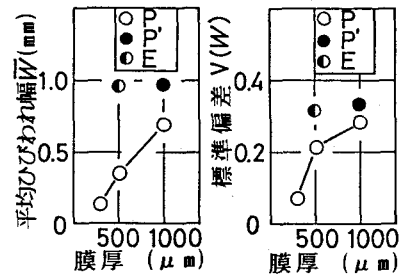


図-4 膜厚とW-bar or V(W)との関係

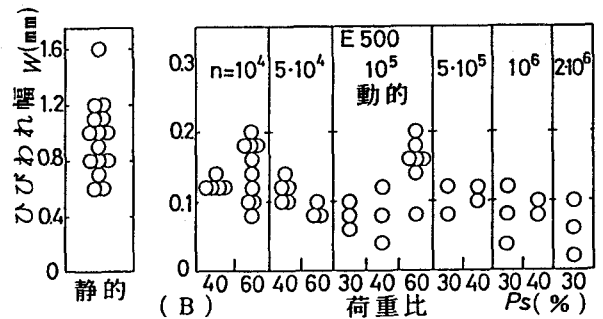
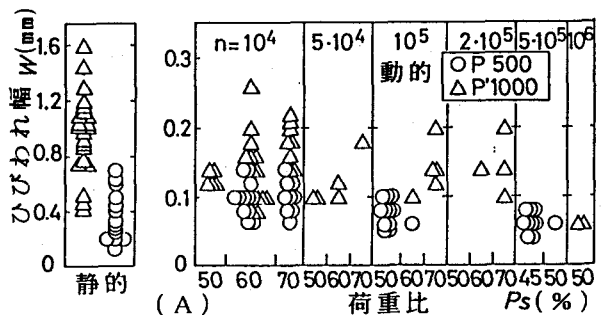


図-5 動的荷重下のひびわれ追従性