

動的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 西林 新蔵
鳥取大学工学部 正 員 井上 正一
鳥取大学工学部 学正員 ○井上 善彦
ショーボンド建設(株) 栗原 慎介

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既に受けている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てい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、耐久性と遮水性ならびに静的と動的荷重下におけるひびわれ追従性を中心に検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験計画を一括して表-1に示す。各試験に用いた供試体は図-1に示す通りで、材齢28日まで水中養生を施した後実験室内で2ヶ月間自然乾燥させ、その後所定膜厚の樹脂ライニングを行った。試験は材齢4ヶ月に達した後開始し、遮水性試験においては角柱供試体を海水中に浸漬して、吸水量および動弾性係数の経時変化を測定した。一方、静的および動的ひびわれ追従性試験は、それぞれたわみ

表-1 実験計画

試験の種類	供試体の種類	樹脂の種類	膜厚(μm)	コンクリート目標強度(kgf/cm ²)	環境条件
ひびわれ追従性試験	はり	厚膜型 ホリフタジエン	300	300	気中
			500		
		柔軟型 エポキシ	1000		
			500		
遮水性試験	角柱	厚膜型 ホリフタジエン	500	400	水中
			1000		
		厚膜型 ホリフタジエン	300	400	海水中
			500		

制御による静的試験および載荷速度5Hzの疲労試験を通して行い、RCはり供試体の塗膜破断(ピンホールが発生した状態)とその時のコンクリートのひびわれ幅との関係を観察測定した。なお、用いた樹脂は厚膜型ホリフタジエンコム系樹脂で、静的ひびわれ追従性試験には柔軟型エポキシ樹脂(膜厚500μm)も使用している。

3. 結果と考察

3.1 遮水性能 図-2に浸漬日数しと吸水量ないしは相対動弾性係数 E_{DR} (t 日と浸漬開始直前の比)との関係を示す。図より、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か、その後はほぼ一定値を示し現在に至っている。また、 E_{DR} の経時変化も吸水量のそれと類似しており、400日以降安定している。これらの結果より、厚膜型樹脂の遮水性能は、膜厚300μmの薄膜でも海水浸漬後800日の現時点において塗膜の劣化はなく、十分な遮水性を発揮していると判断される。

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か観察された時点をもって定義する。

3.2.1 静的荷重下でのひびわれ追従性 順序統計量の理論に従えば、あるひびわれ幅 W で破断しない確率(非破断確率)は式(1)で表される。

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

ここに、 r は塗膜が破断した時の総数 L のひびわれ幅を小さい順に並べたときの序数である。

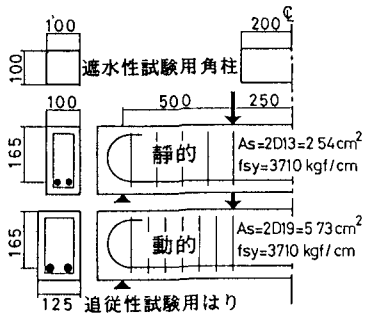


図-1 供試体の種類

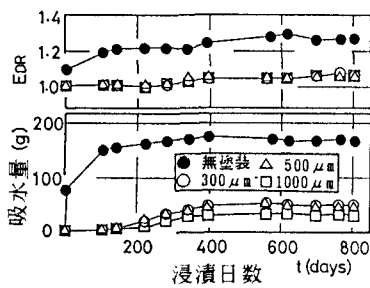


図-2 E_{DR} と吸水量の経時変化

図-3は、厚膜型と柔軟型の2種類の樹脂に
対し膜厚をパラメータとする非破壊確率 $P(W)$ 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こ
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、正規分布の形状を表す直線式およ
び平均ひびわれ幅 $\bar{W}$ と W の標準偏差 $V(W)$ はそれ
ぞれ式(2),(3)で算定される。

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

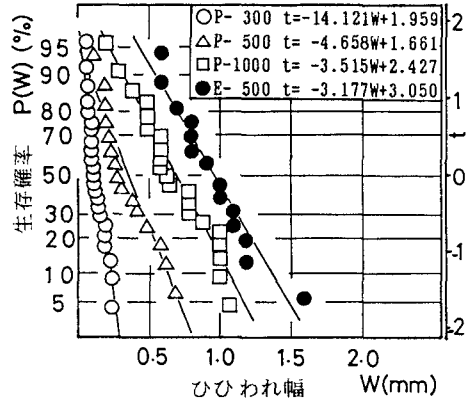
$$V(W) = 1/|A|, \quad \bar{W} = -B/A \quad (3)$$

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、最小二乗法によって決定した直線
式(図-3中の式参照)をもとに決定した $\bar{W}$ な
いは $V(W)$ と膜厚の関係を示す。図より、静的
荷重下における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、柔軟
型樹脂の追従性は厚膜型樹脂のそれよりもかな
り良好であることがわかる。しかし、 $V(W)$ で評
価されるは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みられる。

3.2.2 動的荷重下でのひびわれ追従性

図-5, 6は、疲労試験において繰返し載荷回
数 $n=10^4, 5 \times 10^4, 10^5, 2 \times 10^5, 5 \times 10^5,$
 10^6 回で観察されたピンホールに対し、その位
置のひびわれ幅を示したもので、静的試験の結
果も併記している。これらの図より、動的荷重
下におけるひびわれ追従性は膜厚が厚い方が良
好であるが、静的荷重下におけるよりも著しく
低下し、さらに繰返し載荷回数の増加に伴って
小さくなる傾向のあることがわかる。このこと
は、静的荷重下のひびわれ追従性がひびわれ幅
のみによって評価されるのに対し、動的荷重下
では作用する荷重の大きさやそれと関連する繰
返し回数の影響も考慮して評価されなければな
らないことを示している。なお、図-6には曲
げおよび斜めの両ひびわれに対するひびわれ追
従性を示しているが、本研究で使用した樹脂塗
膜のひびわれ追従性はひびわれの種類に関係せ
ず、ほぼ同一であるといえる。



* P-300は厚膜型ホリパタにて
膜厚 $300 \mu\text{m}$ であることを示す。

図-3 $P(W) - W$ 関係

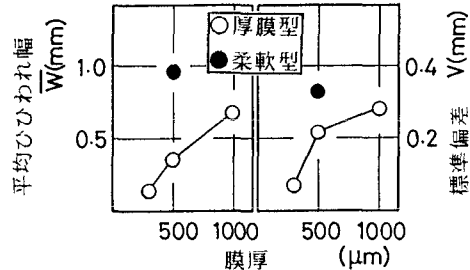


図-4 $\bar{W}$ or $V(W)$ と膜厚の関係

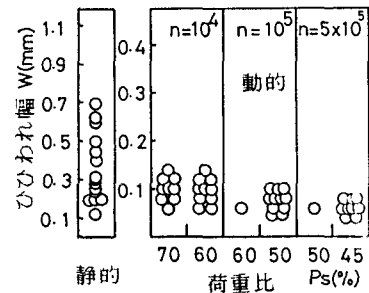


図-5 ひびわれ追従性 (膜厚 $500 \mu\text{m}$)

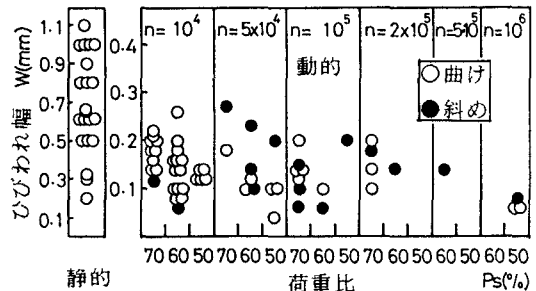


図-6 ひびわれ追従性 (膜厚 $1000 \mu\text{m}$)