

京都大学 正員 小林和夫 正員 宮川豊章 学生員 久米生泰
 学生員 佐藤弘文 学生員 松村卓郎
 福山大学 正員 岡田 清

1. はじめに 現在、塩害およびアルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の劣化が問題になっているが、その防止対策の一つとしてコンクリート表面に樹脂ライニングを施工する方法がある。ライニングの主な目的は有害物質を遮断することであるが、そのためにはコンクリートにある程度のひびわれが発生し拡大してもそれに追従する必要がある。ここではライニングに使用される樹脂の伸び能力(伸度)および膜厚に注目してライニングのひびわれ追従性について検討した。

図1 供試体形状

(単位:mm)

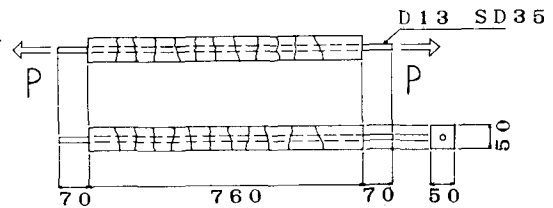


表1 供試体一覧表

ひびわれ追従性

供試体番号	ライニング系	レベル(伸度)	塗膜厚
A-1, 2	エポキシ	1 (10%)	120 μ
A-3, 4			240 μ
A-5, 6			1000 μ
A-7, 8			120 μ
A-9, 10		2 (100%)	240 μ
A-11, 12			1000 μ
A-13, 14			120 μ
A-15, 16			240 μ
A-17, 18		3 (200%)	1000 μ
A-19, 20			120 μ
A-21, 22			240 μ
A-23, 24			1000 μ
A-25, 26	ウレタン	2 (100%)	120 μ
A-27, 28			240 μ
A-29, 30			1000 μ
A-31, 32		3 (200%)	120 μ
A-33, 34			240 μ
A-35, 36			1000 μ
A-37, 38		4 (400%)	120 μ
A-39, 40			240 μ
A-41, 42			1000 μ
A-43, 44			
	なし		

2. 実験概要 ライニングに用いられる樹脂には様々なものがありその組成および性質も多種多様である。本研究では「道路橋の塩害対策指針(案)同解説」のひびわれ追従型であるB種塗装系に柔軟型エポキシ樹脂および柔軟型ポリウレタン樹脂が規定されていることを参考として、比較的柔軟性が小さいとされるエポキシを基材としたもの(略称:エポキシ)と比較的柔軟性が大きいとされるポリブタジエンウレタンを基材としたもの(略称:ウレタン)をとり上げ、繊維等による補強も行わないプレーンライニングを採用することとした。米国(TRB)で行われたコンクリート橋床版防食のためのライニングに関する総合的な調査検討によれば、「繊維補強されていない仕様でも伸度の大きいものは追従性が大きい」とした上で、伸度が大きいとする目安を 0°F (約 -18°C)で伸度200%以上としている。一方、「道路橋の塩害対策指針(案)同解説」における柔軟型の目安としては伸度4%以上が規定されている。これら両者の値を参考として、 20°C における伸度をエポキシでは4種類(10%, 100%, 200%, 400%)、またウレタンでは3種類(100%, 200%, 400%)選んだ。また膜厚としては種々の補修工事における実績をも考慮して、120 μm , 240 μm , 1000 μm の3種類を選んだ(表1)。実験としては図1に示すように両引供試体にあらかじめひびわれを導入して残留ひびわれ(最大ひびわれ幅0.2mm程度)をつくり、その上からライニングを施し、室温(約 12°C)での両引試験を行うひびわれ再開口試験を採用することとした。

3. 結果および考察 ライニングを施した供試体を両引載荷するとコンクリートのひびわれが拡大しライニングに損傷が生じるが、ここでは損傷状態を次の3レベルに分類した。①発生レベル:ライニングに少しでも破断が生じた状態。②半分破断レベル:破断がライニング幅の半分まで進行した状態。③完全破断レベル:ライニングが完全に破断し分断された状態。また、あるひびわれ幅において所定の損傷レベルに達していないひびわれ本数の割合をそれぞれ非発生率, 非半分破断率, 非完全破断率として次式のように定義することとした。

非発生率 = (ひびわれ幅C Wで発生レベルに達していないひびわれ本数) / TN

非半分破断率 = (ひびわれ幅C Wで半分破断レベルに達していないひびわれ本数) / TN

非完全破断率 = (ひびわれ幅C Wで完全破断レベルに達していないひびわれ本数) / TN ここでTN=ひびわれ幅C W以下でそれぞれの損傷レベルに達したが、あるいはひびわれ幅がC Wに達したひびわれの総本数

非破断率の分布には様々なものが考えられるが、種々の確率分布を検討した結果正規分布に比較よく適合することが示された。したがって非破断率は正規分布を適用して検討した。得られた結果を表2～4および図2～5に示す。表2～4よりライニングの損傷レベルの設定によって同一のライニングでもひびわれ追従性の評価は異なることが明らかである。したがって、ひびわれ追従性試験とその評価にあたっては設計上許容されるライニングの損傷レベルを明確にしておく必要がある。また、アレーンライニングの場合一般に伸度が大きく、膜厚の大きなものの方がひびわれ追従性は大きくなるが、伸度は追従性のおおよその目安にはなるものの使用樹脂によって若干の相異があることに注意すべきである。ウレタンライニングの場合、同一の伸度および膜厚であってもエポキシライニングよりひびわれ追従性は若干大きい。エポキシライニングについては伸度を大きくするよりも膜厚を増加させる方がひびわれ追従性に対しては効果が大きい。また、伸度10%程度の樹脂によるアレーンライニングは膜厚の厚さにかかわらず追従性は小さい可能性が高い。

最後に、ライニング施工にあたり、種々お世話になりましたサンスター技研(株)ならびにサンエレジ(株)の皆様へ感謝します。

上段: 非発生率95%
下段: 非発生率50%

	膜 厚 (μm)		
	120	240	1000
エポキシ 伸度 10%	0 >	0 >	0 >
エポキシ 伸度 100%	0 >	0 >	0.23 1.04
エポキシ 伸度 200%	0 >	0 >	0.08 1.07
エポキシ 伸度 400%	0 >	0.38	0.03 0.98
ウレタン 伸度 100%	0.10 0.60	0.06 0.62	0.30 1.60
ウレタン 伸度 200%	0.16 0.56	0.20 1.00	推定不能
ウレタン 伸度 400%	0.00 0.89	0.48 1.40	推定不能

表2 非発生率に対応するひびわれ幅(mm)

上段: 非半分破断率95%
下段: 非半分破断率50%

	膜 厚 (μm)		
	120	240	1000
エポキシ 伸度 10%	0 >	0 >	0 >
エポキシ 伸度 100%	0.36	0.85	1.88
エポキシ 伸度 200%	0 >	0.10 0.32	1.04 1.90
エポキシ 伸度 400%	0.40 1.13	0.47 1.40	2 < 2 <
ウレタン 伸度 100%	0.44 0.86	0.28 1.10	0.46 2 <
ウレタン 伸度 200%	0.17 0.74	0.84 1.52	2 < 2 <
ウレタン 伸度 400%	0.44 1.50	1.32 2 <	2 < 2 <

表3 非半分破断率に対応するひびわれ幅(mm)

上段: 非完全破断率95%
下段: 非完全破断率50%

	膜 厚 (μm)		
	120	240	1000
エポキシ 伸度 10%	0 >	0 >	0 >
エポキシ 伸度 100%	0 >	0.14 1.00	1.46 2 <
エポキシ 伸度 200%	0.10 0.87	0.28 1.16	1.12 2 <
エポキシ 伸度 400%	0.87 1.50	1.38 2 <	2 < 2 <
ウレタン 伸度 100%	0.58 1.32	0.40 1.95	1.40 2 <
ウレタン 伸度 200%	0.20 1.12	1.07 1.96	2 < 2 <
ウレタン 伸度 400%	0.68 1.98	1.78 2 <	2 < 2 <

表4 非完全破断率に対応するひびわれ幅(mm)

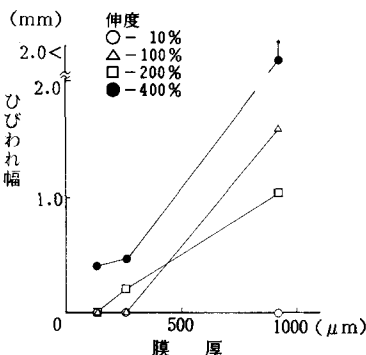


図2 非半分破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(エポキシ)

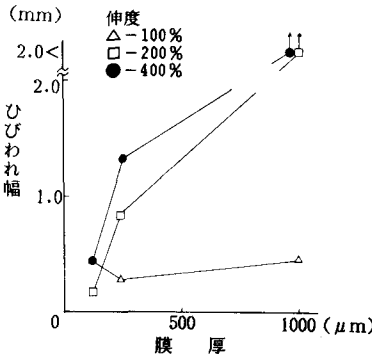


図3 非半分破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(ウレタン)

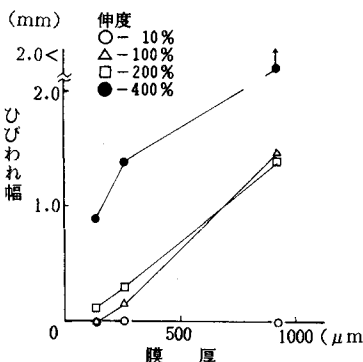


図4 非完全破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(エポキシ)

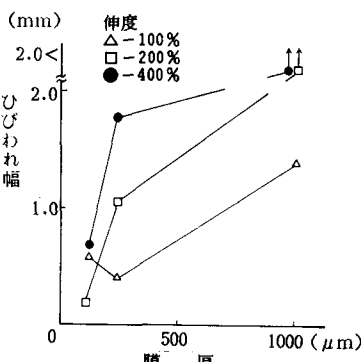


図5 非完全破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(ウレタン)