

コンクリート表面樹脂ライニングの伸び能力と追従性

京都大学 正員 岡田 清

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

1. はじめに 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を防止する手段の一つとして樹脂ライニングを施す方法がある。ライニングが有害物質を遮断する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用いる樹脂の伸び能力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。

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るが、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）をとり上げることにし、繊維等による補強を行わないプレーンライニングを用いることとした。実験としては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をつくり、その上からライニングを施し、室温（約12℃）での両引試験を行うひびわれ再開試験を採用することとした（図1）。使用樹脂の伸度は、エポキシでは4種類（伸度10%、100%、200%、400%）のものを、ウレタンでは3種類（伸度100%、200%、400%）のものをそれぞれ選んだ。また膜厚としては120 μ m、240 μ m、1000 μ mの3種類を選んだ（表1）。

3. 結果および考察 両引載荷によるコンクリートのひびわれ幅拡大にともないライニングに損傷が生じる。損傷状態のレベルを次のように定義する。

発生：ライニングに少しでも破断が生じた状態。

半分破断：破断がライニング幅の半分まで進行した状態。

完全破断：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。

$$\text{非発生率} = \frac{\text{ひびわれ幅}CW\text{で発生レベルに達していないひびわれ本数}}{TN}$$

図1 供試体形状

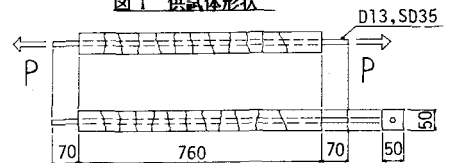


表1 供試体一覧表

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		2 (100%)	120 μ
A-9, 10			240 μ
A-11, 12			1000 μ
A-13, 14		3 (200%)	120 μ
A-15, 16			240 μ
A-17, 18			1000 μ
A-19, 20		4 (400%)	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		

$$\text{非半分破断率} = \frac{\text{ひびわれ幅} < W \text{ で半分破断レベルに達していないひびわれ本数}}{T N}$$

$$\text{非完全破断率} = \frac{\text{ひびわれ幅} < W \text{ で完全破断レベルに達していないひびわれ本数}}{T N}$$

ここで $T N$ = ひびわれ幅 $C W$ 以下でそれぞれの破断レベルに達したか、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的よく適合することがわかった。したがって追従性の検討は正規分布により行った。得られた結果を表2～4および図2, 3に示す。表2～4よりライニングの損傷レベルの設定によつ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を行うにあたっては設計上許されるライニングの損傷レベルを明確にした上で行う必要がある。

また、プレーンライニングの場合一般に伸度が大きく、膜厚の大きな仕様の方がひびわれ追従性は大きく伸度は追従性のおおよその目安にはなる。しかし、使用樹脂によっては若干の相異があることに注意すべきであり、ウレタンライニングを用いた場合、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もひびわれ追従性は若干大きい。なお、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%程度の樹脂によるプ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、種々お世話になったサンスター技研(株)ならびにサンエレジン(株)の皆様に感謝致します。

参考文献: C. J. Van Til, B. J. Carr and B. A. Vallerger, "Waterproof Membranes for Protection of concrete Bridge Decks," NCHRP Report 165, TRB, Washington, 1976

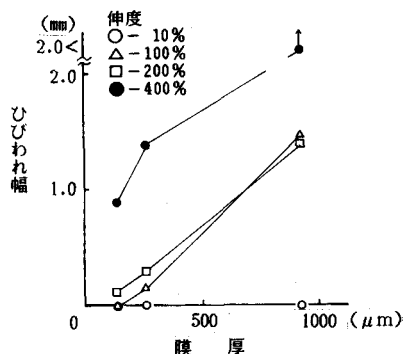


図2 非完全破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(エポキシ)

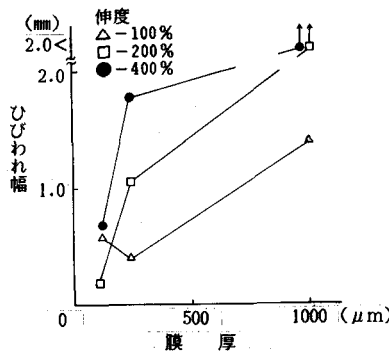


図3 非完全破断率95%におけるひびわれ幅～膜厚(ウレタン)

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 1.03
エポキシ 伸度 200%	0 >	0.24	0.09 1.07
エポキシ 伸度 400%	0.22	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 非発生におけるひびわれ幅(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 >	0.25	0.48 0.25
エポキシ 伸度 100%	0 >	0.36	0.85 1.88
エポキシ 伸度 200%	0 >	0.56	0.10 0.32 1.04 1.90
エポキシ 伸度 400%	0.40 1.13	0.47 1.40	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 <
ウレタン 伸度 400%	0.44 1.50	1.32 2 <	2 <

表3 非半分破断におけるひびわれ幅(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 >	0.38	0.65 0.26
エポキシ 伸度 100%	0 >	0.46	0.12 1.00 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 <
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 <
ウレタン 伸度 400%	0.68 1.98	1.78 2 <	2 <

表4 非完全破断におけるひびわれ幅(mm)