コンクリート表面樹脂ライニングのひびわれ追従性

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

1. はじめに、塩害による鋼材腐食やアルカリ骨材反応などによるコンクリートの損傷に対する補修、および新設時における予防手法として、コンクリート表面樹脂ライニングが考えられる。そのうち、すでに損傷を受け、ひびわれ等が発生している構造物に対する補修として用いる場合は、コンクリート内の補修時残留水分によってひびわれがさらに拡大・伸展する可能性がある。また、新設時では、荷重等によるひびわれはもちろん、コンクリート内の遊離水などによる反応の伸展も考えられる。この場合に問題となるのが、ライニングのコンクリートひびわれに対する追従性である。本研究では、樹脂ライニングをコンクリート構造物に適用するための基礎的資料を得るために、現在用いられている種々のライニング系のひびわれ追従性を検討した。

2. 実験概要：両引供試体（図.1）の打設時の上面と底面にライニングを行ない、両引載荷によってひびわれを発生させた。測定項目としては、載荷荷重、コンクリート面（打設時側面）のひびわれ幅、およびそれに対応するライニング面の変化とした。ひびわれ幅測定には、π型ゲージとクラックゲージを適宜用いることとした。

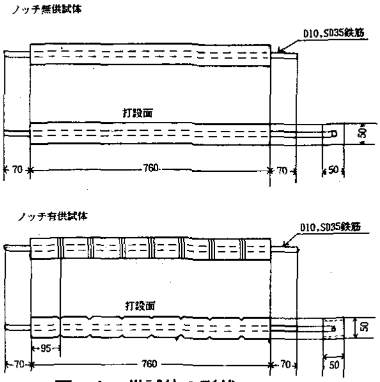

図. 1　供試体の形状

実験の方法は次の3種類とした。

①ひびわれ再開口試験：ノッチ無の供試体を用い、あらかじめひびわれを導入した上で、ライニングを行なうもので、両引試験時には再びそれを広げることになる。ひびわれ再開口幅は、π型ゲージとクラックゲージで測定した。

②新ひびわれノッチ有試験：ノッチを有する供試体にひびわれを導入せずにライニングを行ない、両引試験でひびわれを発生させる。ノッチの部分に集中してひびわれが発生すると考えられ、π型ゲージによるひびわれ幅の測定が可能である。

③新ひびわれノッチ無試験：ノッチ無の供試体にひびわれを導入せずにライニングを行なった後、両引試験でひびわれを発生させる。ひびわれの発生する位置が不明であるため、クラックゲージのみでひびわれ幅を測定した。

表. 1　供試体一覧表

ひびわれ再開口

供試体番号	ライニング系	中塗り	塗膜厚
1・19	なし		
2・5	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×0.5 (30μ)
3・12	アクリルウレタン	エポキシ	現行 (60μ)
4・8	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×2.0 (120μ)
7・9	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスクロス	現行 (560μ)
10・13	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスフレーク	現行 (1300μ)
11・14	ビニルエステル	ビニルエステル	現行 (350μ)
15・16	ポリウレタン	ポリウレタン	現行 (60μ)
17・21	ポリエステル	ポリエステル	現行 (1000μ)
20・22	超柔軟	エポキシ	現行 (60μ)
6・18	シラン	シラン	現行 (≒0μ)

新ひびわれノッチ有

供試体番号	ライニング系	中塗り	塗膜厚
57・58	なし		
65・66	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×0.5 (30μ)
59・60	アクリルウレタン	エポキシ	現行 (60μ)
67・68	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×2.0 (120μ)
61・62	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスクロス	現行 (560μ)
63・64	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスフレーク	現行 (1300μ)

新ひびわれノッチ無

供試体番号	ライニング系	中塗り	塗膜厚
35・36	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×0.5 (30μ)
37・38	アクリルウレタン	エポキシ	現行 (60μ)
43・44	アクリルウレタン	エポキシ	現行 ×2.0 (120μ)
39・40	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスクロス	現行 (560μ)
41・42	アクリルウレタン	エポキシ+ガラスフレーク	現行 (1300μ)

Kiyoshi OKADA　Kazuo KOBAYASHI　Toyoaki MIYAGAWA　Takahiro KUME　Hirofumi SATO

用いたライニング樹脂の種類と膜厚を表.1に示す。なお、現在よく用いられている膜厚を現行と表示した。また、シラン以外の各ライニングは、上塗りとしてアクリルウレタンを用いた。

3. 結果と考察

載荷によるライニング面の変化状況としては、まず、ライニングは完全につながっているが、下地のコンクリートひびわれに沿ってのへこみが生じ、次いでピンホールなどの欠陥、さらにライニング面にひびわれ状の損傷をきたす破断を生じた。

ここで、ライニングの破断率を、所定ひびわれ開口幅に達した時に破断が生じたひびわれ数とひびわれ全数の比率として定義する。ライニング破断率が、10%，25%，50%となった時のコンクリート表面のひびわれ幅を、ひびわれ再開口・新ひびわれノッチ有・新ひびわれノッチ無の各試験についてそれぞれ表2，表3、表4に示す。同じ破断率に対するコンクリートひびわれ幅が大きい程、そのライニング示様のひびわれ追従性が大きいと見なすことができる。

表. 2　ライニング破断率とひびわれ再開口幅
(再開口)　(mm)

膜厚 (µ)	ライニング	ライニング破断率		
		10%	25%	50%
30	アクリル ×0.5	0.05	0.10	0.15
60	アクリル ×1.0	0.04	0.08	0.20
	ポリウレタン	0.02	0.19	0.60
	超柔軟	0.14	0.30	1.00
	平均値	0.07	0.19	0.60
120	アクリル ×2.0	0.06	0.16	0.45
350	ビニルエステル	0.50	0.83	1.5↑
560	アクリル (ガラスクロス)	0.32↑		
1000	ポリエステル	0.56↑		
1300	アクリル (ガラスフレーク)	0.06	0.18	0.25

表. 3　ライニング破断率とひびわれ開口幅
(新ひびわれノッチ有)　(mm)

膜厚 (µ)	ライニング	ライニング破断率		
		10%	25%	50%
30	アクリル ×0.5	0.02	0.04	0.15
60	アクリル ×1.0	0.09	0.20	0.58
120	アクリル ×2.0	0.24	0.50	0.88
560	アクリル (ガラスクロス)	0.38↑		
1300	アクリル (ガラスフレーク)	0.29↑		

表. 4　ライニング破断率とひびわれ開口幅
(新ひびわれノッチ無 C.G.)　(mm)

膜厚 (µ)	ライニング	ライニング破断率		
		10%	25%	50%
30	アクリル ×0.5	0.00↓	0.04	0.07
60	アクリル ×1.0	0.05	0.08	0.30
120	アクリル ×2.0	0.10	0.16	0.32
560	アクリル (ガラスクロス)		変化なし	
1300	アクリル (ガラスフレーク)	0.06	0.07	0.09

表2から、ひびわれ再開口試験で用いたライニング系の内、良好な追従性が得られたものは、ポリエステル、アクリルのガラスクロス、ビニルエステルである。また、同じ膜厚(60 µm)のもので比べると、超柔軟はかなり追従性が大きい。アクリルのプレーン、ガラスクロス、ガラスフレークについては、各試験とも同じようなひびわれ追従性の傾向が得られ、ガラスクロスがもっとも追従性が大きい。アクリルのプレーンについて、ひびわれ再開口・新ひびわれノッチ有試験における膜厚のひびわれ追従性に与える影響を図2、図3に示す。いずれも膜厚30 µm，60 µm，120 µmの順に追従性が大きくなっている。また、ひびわれ再開口と新ひびわれでは、同一条件では、新ひびわれの方が若干大きな値が得られている。

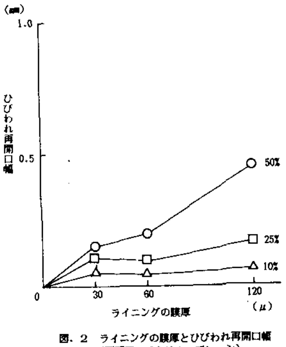

図. 2　ライニングの膜厚とひびわれ再開口幅
(再開口　アクリル　プレーン)

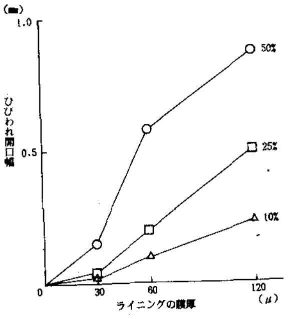

図. 3　ライニングの膜厚とひびわれ開口幅
(新ひびわれノッチ有　アクリル　プレーン)

なお、シランについては、ライニングを施さないものとの間に顕著な差は認められなかった。

最後に、ライニング施工にあたり、種々お世話になった日本材料学会コンクリート工事用樹脂委員会補修用樹脂小委員会の皆様に感謝致します。