

国鉄 正金賞 小林 明夫
国鉄 正会員 ○長田 晴道
国鉄 井ノ口 次郎

1. はじめに

一般に コンクリート構造物のひびわれ補修にはエポキシ樹脂を圧力注入する方法が用いられている。今回ひびわれにエポキシ樹脂で補修してあるコンクリート桁が河川改修によってて去するので、エポキシ樹脂の注入状況、エポキシ樹脂の省化の有無および注入効果について調査を行ったのでその概要を報告する。

2. 調査項目

調査する供試体はコンクリート桁からコア(φ100)採取したものであり、調査項目および供試体は表-1に示す通りである。

表-1 供試体一覧表

供試体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
試験項目													
エポキシ樹脂注入状況			○	○			○			○	○	○	
コンクリートの劣化状態			○	○	○		○			○	○	○	
引張強度試験	○	○				○		○	○				○
エポキシ樹脂の劣化の有無	8 試料 (コアから採取したもの4試料)												

3. エポキシ樹脂の注入状況

エポキシ樹脂の注入状況の調査は採取したコアの構造物表面から10mm間隔にコアを切断して、その断面でエポキシ樹脂の注入状況を観察した。

ひびわれ部分のエポキシ樹脂の注入状況は図-1に示す通りである。エポキシ樹脂の注入深さはひびわれ深さより小さく、注入されているひびわれ幅の最小は0.05mmであった。ひびわれ幅0.05mm以下については遊離石灰等が附着していたので注入不可能になったものである。

表-2 注入状況調査結果

エポキシ樹脂の注入率をエポキシ樹脂の注入深さとひびわれ深さで評価すると表-2に示す通りで、注入率は平均75%であった。

供試体		(mm)					
注入状況		3	4	7	10	11	12
注入状況	エポキシ樹脂注入深さ(A)	4.2	4.0	4.7	2.5	6.3	2.6
	ひびわれ深さ(B)	6.5	6.5	5.5	3.0	9.0	3.0
(A) / (B)		0.65	0.61	0.85	0.83	0.70	0.87

平均 0.75

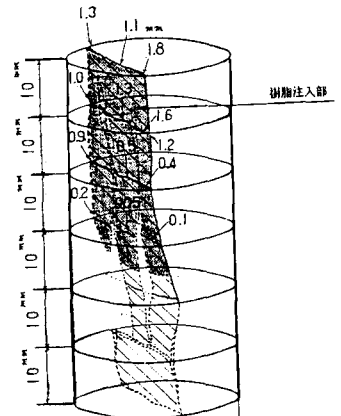


図-1 エポキシ樹脂の注入状況

4. コンクリートの劣化状況調査

エポキシ樹脂の注入状況の調査でコアを切断した面にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧して着色反応によりコンクリートの劣化状況を調査した。

構造物の表面では当然のことながら着色反応を示さなかったが、深さ10mm以上の断面ではすべて着色反応を示した。ひびわれ面では深さ10mmの位置でひびわれ幅0.2~0.8mmの場合にエポキシ樹脂とコンクリートが剝離した箇所では着色反応を示さなかったが、深さ20mmでは着色反応を示した。深さ10mmの位置で、エポキシ樹脂がコンクリートと剝離しておらず十分填充されている箇所は着色反応を示した。

コンクリートの劣化についてはエポキシ樹脂が十分に填充されている場合には、コンクリートの中性化に対しては良好な効果をもたらしているものと考えられる。また遊離石灰がひびわれ表面に附着した場合でも、それ以後のコンクリートの中性化の進行を抑制するものと思われる。

5. コアの引張強度試験

エポキシ樹脂の注入効果を調査するために補修部を含むコアの引張強度試験を行った。比較のためにひびわれを含まない健全な部分からコアを採取して試験を行った。補修部への載荷方法はエポキシ樹脂注入部分が垂直となるように配置し、注入部付近に載荷した。

引張強度は次式によって算出した。

$$\sigma_t = 2P / (\pi \cdot d \cdot l)$$

試験結果を表-3に示す。健全部、補修部ともに引張強度にばらつきがみられるが、補修部の値は平均的に小さい。ばらつきはコア採取した際の円柱表面に凹凸があり、そのため供試体と加圧板との接触部に隙間が発生し局所荷重が作用したものとみられ、補修部の値が小さいのはエポキシ樹脂と母材コンクリートとの接着が遊離石灰の存在により十分でないため界面から破壊したためと考えられる。No.6のようにコンクリートで破壊したものは高い値を示している。

また、供試体の寸法効果は通常長さは直径の1～2倍としていて、今回は直径以下の長さであり、引張強度は少な目になると考えられるが、一応の目安になると考えられる。

6. エポキシ樹脂の経年による影響調査

エポキシ樹脂の経年変化(5年経年)を調査するために赤外線分光分析方法により分析を行った。

調査試料は比較のためにエポキシ樹脂の混合割合を変化させたもの、硬化したもの、エポキシ樹脂の単体(混合前)のものとコアから採取したものを表-4に示す通りである。

エポキシ基は860、

920 cm^{-1} の波数で図-2に示すように赤外線吸収する。試料No.1の正常な硬化樹脂に比較して、混合後比較的短時間しか経過していないものおよびコアより採取した試料には差異は認められなかった。

7. おわりに

ひびわれにエポキシ樹脂を注入することでコンクリートの劣

化を抑制し、ひびわれ面には遊離石灰等を除去しなければ十分接着されないことが確認された。またエポキシ樹脂の経年による劣化等の影響については今後調査研究を進めなければならない。

表-3 引張強度試験結果

供試体	供試体の長さ cm	最大過重 P kg	引張強度 kg/cm^2	
1	7.32	1540	13.4	母材コンクリートと樹脂の界面より、破壊。界面には遊離石灰。
2	3.98	920	14.7	一部母材コンクリートと樹脂との界面で破壊。その部分には遊離石灰が認められる。
6	4.49	1960	27.8	主にコンクリート部で破壊。
8	9.14	1410	9.8	樹脂が十分に注入されていない。
9	8.34	4160	31.8	母材コンクリートで破壊。
A	10.47	3620	22.0	健全部
B	10.10	3070	19.3	健全部

表-4 赤外線分光分析用試料

試料No.	試料内容
1	エポキシ樹脂(A液)硬化剤(B液)を2:1に、混合後2時間経過したもの。
2	A:B=2:1で、混合後2日経過したもの。
3	A:B=2:1で、硬化後4ヶ月経過したもの。
4	A:B=2:0.75で、混合後2時間経過したもの。
5	A:B=2:0.75で、混合後2日経過したもの。
6	A液のみ。
7	B液のみ。
8	コンクリート表面。
9	ひびわれ部分から採取したもの。
10	〃
11	〃

