

PSV-5 無機系ひびわれ注入材料の基礎的研究

矢作建設工業㈱ 正 員 加藤 利美
名城大学 正 員 飯坂 武男
名古屋工業大学 正 員 吉田 弥智

1. まえがき

コンクリート構造物のひびわれ補修材料は、エポキシ樹脂に代表される有機系液状高分子材料の利用により著しく進歩し、その方面の研究も数多くなされてきた。しかし、有機系液状高分子材料では、その接着性能や注入性能が優れている反面、材料の取扱い易さや湿潤面での接着性能及び長期耐久性において問題があると言われている。一方、最近ではセメントの加工技術の進歩に伴い、超微粒子セメントを利用した無機系ひびわれ注入材料が開発され補修に用いられるようになった。これらの無機系ひびわれ注入材料は、その注入性において樹脂と同程度で、取扱い易さやコストの面で樹脂よりも優れていると思われるが、その接着性能、強度、耐久性などの諸性能は、研究や施工の実績が少なく十分に解明されているとは言えない。

本研究では、現在ひびわれ注入材料として使用されている有機系注入材料と無機系注入材料を用いてコンクリートのひびわれモデルへの注入実験を行い、その補修効果の比較を行うとともに、無機系注入材料の実用上における特性を明らかにした。

2. 実験方法

実験に用いた母材コンクリートの形状・寸法とひびわれ注入モデルを図-1に示す。母材コンクリートは、道路用コンクリート地先境界ブロックA種(JIS A 5307)であり、材令は3ヶ月以上で強度の安定したものである。ひびわれモデルとして、母材中央の下半断面にコンクリートカッターで切り込みを施した。切り込み幅は約3mmである。供試体の種類を表-1に示す。使用したひびわれ注入材料は、無機系注入材料として超微粒子高炉スラグセメント、有機系注入材料として湿潤接着用エポキシ樹脂と一般用エポキシ樹脂の計3種類である。実用上注入材料の補修効果に最も影響を与えると思われる要因として、接着条件と養生条件を選んだ。各水準とその詳細を表-2に示す。補修効果の比較は、JIS A 1106 に準じて曲げ試験を行い、補修部分の曲げ破壊荷重の測定をして行った。

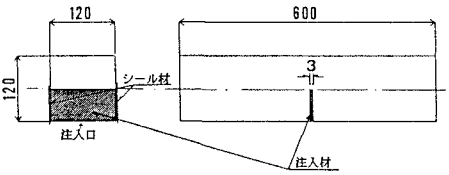


図-1 実験供試体寸法・形状

表-1 供試体の種類

使用補修材	接着条件	養生条件	補修材令	シリーズ
1. 無機系注入材料 (高炉スラグ微粉末)	乾燥	標準 (20℃気中)	3日、7日、28日 (各3本)	1
2. 湿潤接着用エポキシ 樹脂注入材料		高温 (50℃気中)	"	2
3. 一般用エポキシ 樹脂注入材料	湿潤	標準	"	3
		高温	"	4

3. 実験結果と考察

供試体の破壊パターンには注入材自体が破壊する凝集破壊、注入材と母材との接着界面で破壊する界面破壊、母材が破壊する被着体破壊の3種類がある¹⁾。

各シリーズ毎の補修材令と曲げ破壊荷重の関係を図-2～5に示す。上下に示した破線はそれぞれ、ひびわれのない健全な供試体と無補修の供試体の平均曲げ破壊荷重を表している。

材料別に破壊パターンを見ると、無機系注入材料で

表-2 要因の水準と詳細

要因	水準	詳細
接着条件	乾燥接着	供試体製作後屋外にて放置された状態。
	湿潤接着	ひびわれ補修材注入前、1日水槽に漬けた状態。
養生条件	恒温養生 (20℃気中)	注入後20℃恒温室にて養生。
	高温養生 (50℃気中)	注入後1日20℃恒温室にて養生し、ビニール袋にてくみ50℃温水に浸す。

は、すべての破壊が凝集破壊(図中○印)であった。また、湿潤接着用および一般用エポキシ樹脂注入材料においては、凝集破壊は見られず界面破壊(図中△、□印)または被着体破壊(図中▲、■印)であった。

無機系注入材料では、図-2～5から条件の違いによる曲げ破壊荷重の差はそれほど認められず、全体に低い値であった。その中でシリーズ2(乾燥-高温)においては、補修材令7日以後の破壊荷重の低下も見られず、比較的に大きな値を示した。シリーズ2以外での補修材令7日以後の破壊荷重の低下の原因として、高炉スラグは水和反応が遅く、反応が十分に進行しない内に乾燥により反応水が失われ強度の増進が停止したこと、乾燥収縮により表面にひびわれが発生したこと等が考えられる。また破断面を観察した結果、溝状の細長い空隙が多数生じていた。これらは硬化初期のブリージングによる空隙と考えられ、補修箇所の強度や水密性の低下原因になりうると思われる。次に、全ての破壊パターンが凝集破壊であったことから、母材との界面接着力が材料自身の凝集力を上回っていることが明らかになった。

湿潤接着用エポキシ樹脂注入材料では、図-2と図-3、図-4と図-5を比較して分かるように養生温度の違いによる強度の差がはっきりと現れており、高温にさらされた場合の接着強度の発現が少ないといえる。また、図-2と図-4を比較して分かるように、標準養生をした場合、湿潤接着では界面破壊が生じたのに対し、乾燥接着では被着体破壊が生じた。このことは、エポキシ樹脂の接着能力が、水分の介入により大きな影響を受けることを示している。

一般用エポキシ樹脂注入材料では、図-2に示すように湿潤用と同様に、乾燥接着の標準養生で大きな効果を示している。一方、養生温度の影響については特にあるとはいえない。

両方のエポキシ樹脂に共通して言えることは、あるケースを除き、大半において界面破壊がみられ、その破壊荷重が母材コンクリートの曲げ破壊荷重にまでは至っていないことである。したがって、エポキシ樹脂においてもその接着効果が完全な場合は数少ないと言える。

4. まとめ

無機系注入材料は、その注入性を確保するために大きな水比で用いられ、乾燥収縮やブリージングによる空隙が強度低下をもたらすことが判明したが、その界面接着性についてはある程度評価できると思われる。一方、エポキシ樹脂注入材料では無機系注入材料に比べ大きな補修効果を示すが、その補修効果は施工条件の違いによる影響を受けやすいと言える。

謝 辞

本研究を行うに当たり、卒研生の加藤雅幸君、菊地憲司君に多大の協力を戴きましたので、ここに付記して感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 井本 稔, 黄 慶雲; 「接着とはどういうことか」, 岩波書店, 1980

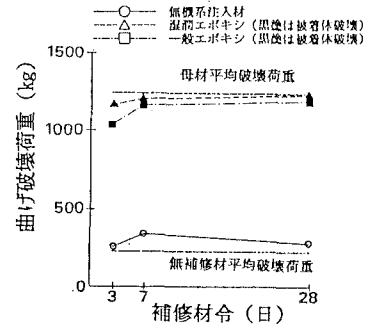


図-2 材令-破壊荷重(シリーズ 1)

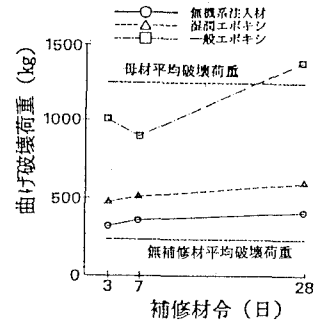


図-3 材令-破壊荷重(シリーズ 2)

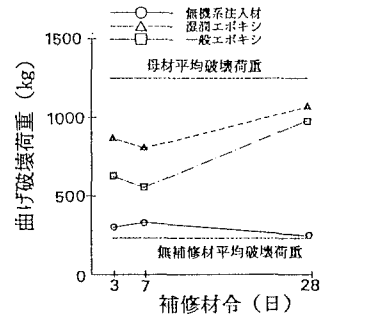


図-4 材令-破壊荷重(シリーズ 3)

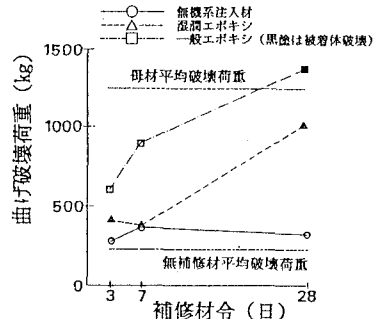


図-5 材令-破壊荷重(シリーズ 4)