

外面に高弾性エポキシ樹脂を塗布したコンクリートセグメントの耐久性評価方法

大成建設株式会社 正会員 ○加藤 隆
大成建設株式会社 正会員 小森 敏生
セメダイン株式会社 高橋 正男

1. はじめに

近年、シールドトンネルのセグメント設計の性能規定化が進み、塩害や耐水性の性能が規定され始めている。コンクリートセグメントの耐塩性、耐水性向上の一手法として、高弾性エポキシ樹脂を表面に塗布する工法がある。本報告は、塩害防止の目的で外面に高弾性エポキシ樹脂を塗布したコンクリートセグメントの耐久性評価方法について論じたものである。

2. セグメントの諸元

対象とするセグメントは、御堂筋共同溝シールドのコンクリートセグメントである。平面図を図-1に、断面図を図-2に示す。このシールドでは、河川横断面において、土中の塩化物イオンが8,200ppmと高濃度であるため、塩害対策として高弾性エポキシ樹脂（塗布厚0.45mm）を外面に塗布して耐久性を確保する方針とした。塗布する樹脂は、エポキシ樹脂を主剤とし、シリコン変性ポリマーを硬化剤とした2液混合タイプであり、コンクリート硬化後に人力にて塗布する。この樹脂は耐水性、耐塩性、ひび割れ追従性にすぐれており、水分や塩化物の移動を遮断することが可能であり、ひび割れ発生時にもその性能を発揮できる。

3. エポキシ樹脂の耐久性の評価

ひび割れ発生時の耐水压については、既往の研究結果¹⁾より確認した。また、ひび割れ追従性能、遮塩性能を試験結果より確認した。検討条件として、コンクリートひび割れは、許容ひび割れ幅(0.16mm)までとし、耐水压は、完成時水压と裏込注入圧の計0.64MPaとした。

(1) ひび割れ発生時の耐水压確認

図-3に示すように、スレート板にエポキシ樹脂を塗布し、目開きを発生させて水压を載荷した。試験結果を表-1に示す。膜厚0.35mm、0.5mm、1.0mmにおいて、膜厚と同程度の目開きまでは、3.0MPaの水压でも漏水しなかった。



図-1 平面図

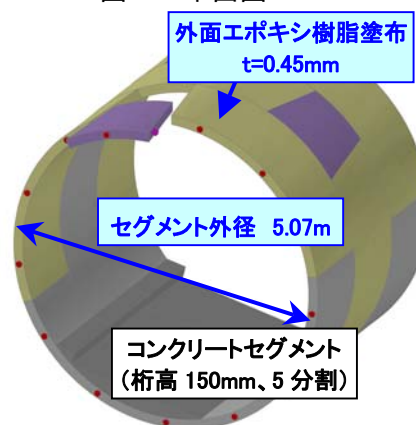


図-2 断面図

表-1 耐水压試験結果¹⁾

膜厚 t (mm)	目開 き量 (mm)	作用水压 Pw (MPa)								
		0.7		1.0		1.5		2.0		3.0
		3時間	3日	3時間	3日	3時間	3時間	3時間	3時間	2日 14日後
0.35	0.2	漏水無し	漏水無し							
	0.3	漏水無し	漏水無し							
	0.4	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し	漏水無し
	0.5	塗膜破壊								
0.5	0.3	漏水無し		漏水無し	漏水無し					
	0.4	漏水無し		漏水無し	漏水無し					
	0.5	漏水無し		漏水無し	漏水無し		漏水無し	漏水無し	漏水無し	
	0.6	塗膜破壊								
1.0	0.5	漏水無し		漏水無し		漏水無し		漏水無し	漏水無し	
	0.7	漏水無し		漏水無し		漏水無し				
	1.0	漏水無し		漏水無し		漏水無し		漏水無し		
	1.5	漏水無し		漏水無し		漏水無し		塗膜破壊		

キーワード コンクリートセグメント、塩害、高弾性エポキシ樹脂、耐久性

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株）土木設計部陸上第二設計室

TEL 03-5381-5417

(2) ひび割れ追従性確認

図-4 のように、中央で 2 枚を重ね合わせたモルタル板上にエポキシ樹脂を塗布して引張速度 5mm/min で引張り、樹脂が切断（剥離）するひび割れ幅を求めた。試験結果を図-5 に示す。塗布膜厚とひび割れ追従性は比例関係にあり、塗布膜厚と同程度のひび割れ幅まで追従性があることを確認した。また、同一の試験を 23℃、10%塩水に一定期間浸漬した試験体により行い、塩水浸漬期間とひび割れ追従性能の相関について考察した。試験結果を図-6 に示す。膜厚 1mm 当りのひび割れ追従幅と塩水浸漬時間は相関関係があり、100 年後のひび割れ追従幅は膜厚 1mm 当り 0.74mm と推測される。塗布膜厚とひび割れ追従性は図-5 の比例関係にあることから、100 年後にひび割れ幅 0.16 mm に追従するためには、概ね 0.25 mm 程度の膜厚があれば十分であると推定される。

(3) 遮塩性能確認

図-7 に示す装置の左側セルに 20%塩水、右側セルに純水を入れ、中間にエポキシ樹脂を配し、40℃、7 日後の純水セルの塩素イオン濃度から、塩素イオン透過度を算出した。樹脂は 90℃、20%塩水に 24 日浸漬させ促進劣化させたものを用いて測定した結果、塩素透過度は 0 であった。樹脂の劣化が、塩分濃度と比例関係にあり、かつ温度が 10℃上昇すると劣化速度が 2 倍になる「10℃2 倍則」が成立すると仮定すると、本試験での 24 日間の遮塩性より、土中塩分濃度 0.82%、20℃の環境では、100 年を越える遮塩性能があると推測される。

4. セグメント塗布膜厚の評価

以上より、許容ひび割れ幅 0.16mm と同程度の塗布膜厚で、耐水性、ひび割れ追従性を有していると考えられる。また、塩水による劣化を考慮した場合でも、0.25mm 程度の膜厚を確保すれば耐久性を確保できると考えられる。本セグメントにおいては、実施工の不確実性（塗布作業による膜厚の不確実性、セグメント表面粗度の影響、テールブラシ作業時等のセグメント組立時の影響など）を考慮し、塗布膜厚 0.45mm を確保することとした。

5. おわりに

本報告では、土中塩分濃度が高い箇所において、外面に高弾性エポキシ樹脂を塗布したコンクリートセグメントの耐水性、耐塩性、ひび割れ追従性を室内試験により確認した。今後、実際のセグメントへの適用事例を通じて、エポキシ樹脂を表面塗布したセグメントの耐久性を確認する予定である。

参考文献 1) 団, 土屋, 金井, 秋本, 高橋: RC セグメント用背面被覆材の耐水圧性能試験, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 6-038, pp. 75-76, 2008.

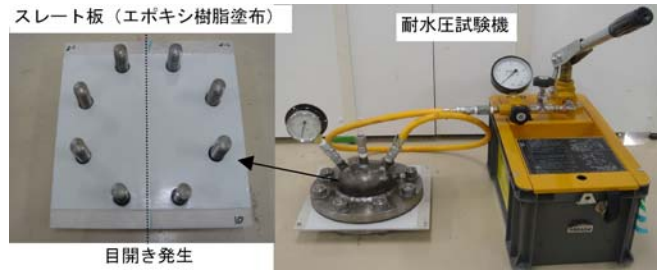


図-3 耐水圧試験装置¹⁾

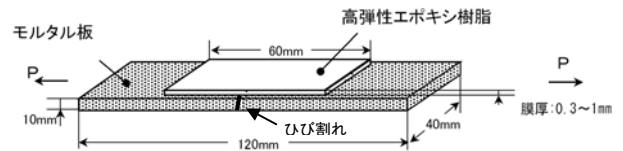


図-4 ひび割れ追従性確認試験方法

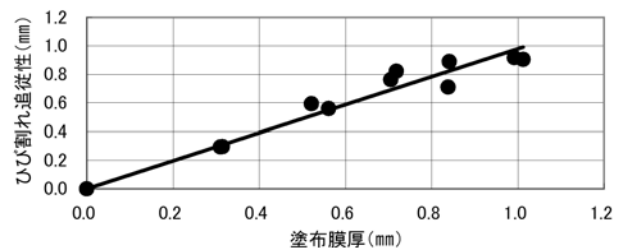


図-5 塗布膜厚とひび割れ追従性の関係

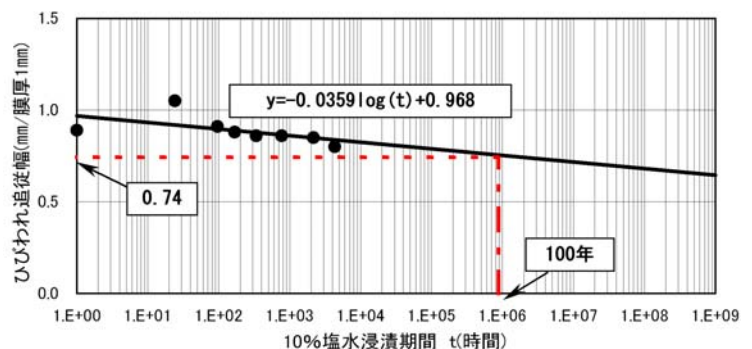


図-6 塩水浸漬時間とひび割れ追従幅の関係

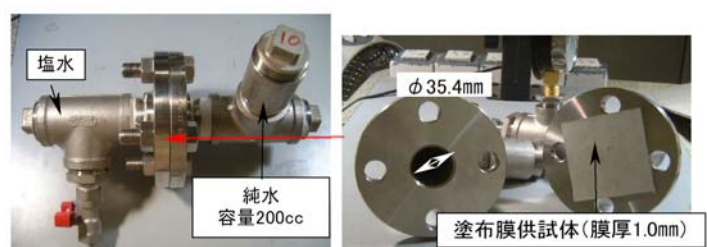


図-7 遮塩性能確認試験装置