

[228] コンクリートの切欠き部の新たな後埋め工法

正会員 ○井上 寛美 (国鉄鉄道技術研究所)
 正会員 宮田 尚彦 (国鉄鉄道技術研究所)
 山下 千明 (恒和化学工業中央研究所)
 正会員 佐々木 勇 (昭和電工建材研究所)

1. はじめに

コンクリート部材の切欠き部、特にプレストレストコンクリート部材の切欠き部はPC鋼材および定着具が存在し、その機能上防錆には十分留意する必要がある、一般に入念な後埋め作業が実施されている。しかしながら、後埋めに通常使用される材料はモルタルであり、無収縮性モルタルを用いて充てんされても切欠き部との間に微細な間隙が生じ、雨水、地域によっては海水の飛沫が浸透してPC鋼材等を錆させPC鋼材を破断させる場合がある。また、寒冷地域においては、浸透した雨水等が凍結して充てん物を、押し出すケースも発生している。

本研究は、これらの損傷例を参考として、切欠き部の新たな後埋め方法として水硬性下塗り材を切欠き凹部全面に塗布し、水硬性充てん材で充てんし、水硬性上塗り材を充てん部の表面に塗布するという組み合わせ工法を開発した。この組み合わせ工法について浸透性等を試験し、その効果を確認したので新しい後埋め工法として提案するものである。

2. 実験概要

供試体は図1に示す形状寸法のものを用意しておき、従来行われている方法および新しい方法で後埋めの施工を行った。施工後24時間養生した後、蛍光顔料を溶解させたタンク中に浸漬させた。3箇月経過後取り出し、コンクリートカッターで切断し、後埋め部を割裂して蛍光顔料の浸透の有無、浸透深さ、浸透面積および附着性状の観察を行い工法の比較をした。

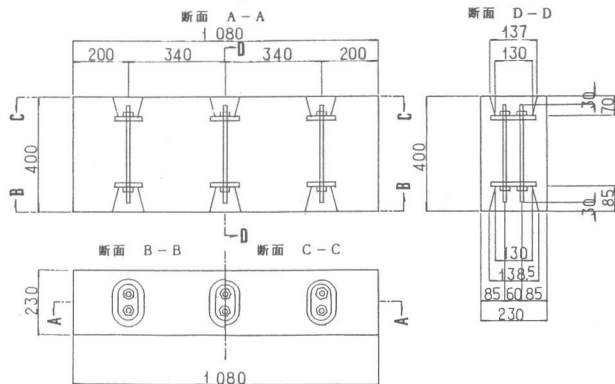


図 1. 供試体寸法

供試体の製作に用いたコンクリートの示方配合を表1に示す。

表1 コンクリートの示方配合

設計基準強度 (σ_{ck}) (kgf/cm^2)	セメント の種類	スラブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	細骨材率 s/a (%)	水 セメント比 W/C (kg/m^3)	単 位 セメント量 C (kg/m^3)	細骨材 S (kg/m^3)	粗骨材 G (kg/m^3)	混和剤 (メラミン系) (L/m^3)
400	普通 ポルトランド セメント	6±1.5	3±1	25	35.5	40.5	400	629	1173	4.4

3. 試験に使用した材料

後埋め工法の比較試験に使用した材料の概略を以下に述べる。

3.1 下塗り材

下塗り材は、コンクリートの切欠き部の全表面に塗布し、その後施工される充てん材の附着性状を改善すると

ともに、P C 鋼材および定着具の防錆を目的とするものであり、普通ポルトランドセメント、S B R 系エマルジョンあるいはアクリル系樹脂エマルジョンおよび骨材を成分とし、水を加えて練り混ぜるものである。なお、必要により高炉スラグおよび増粘剤あるいは消泡剤、減水剤および増粘剤を添加して効果を増進させることも考えられる。

3.2 充てん材

充てん材は、普通ポルトランドセメント、骨材および膨張剤（石膏）また、必要により酢酸ビニルエマルジョンあるいは、高炉スラグおよび減水剤を添加して作り、水を加えて練り混ぜ、切欠き部に充てんするものである。充てん材に要求される性質は、付着強さが大きく、鋼材に対し、水、酸素、塩素等の遮断性が高く、収縮量が小さいことである。

表 2.1 材料の組成（下塗り材）

記号	組 成	重量%
A0	水湿しのみ	—
A1	普通ポルトランドセメント	45.5
	骨 材	27.5
	S B R 系エマルジョン	8.2
	水	18.8
A2	普通ポルトランドセメント	36.4
	高炉スラグ	9.1
	骨 材	27.3
	増 粘 剤	0.2
	S B R 系エマルジョン	8.2
	水	18.8
A3	普通ポルトランドセメント	36.0
	アクリル系樹脂エマルジョン	18.7
	消 泡 剤	0.3
	減 水 剤	0.4
	増 粘 剤	0.2
	骨 材	23.4
	水	21.0

3.3 上塗り材
コンクリートの切欠き部に、充てんした材料の表面およびその周縁に塗布して、防水性および耐水性を向上させる目的で施工するものであり、普通、早強あるいは白色ポルトランドセメント、骨材および S B R 系エマルジョンあるいはアクリル系樹脂エマルジョンを主成分とし、

活性シリカ、シ
ュウ酸カルシウム、撥水剤、減水剤、繊維等を付加して、水を加えて硬化させるものである。

3.4 材料の組成

試験を行った材料の組成を表 2 に示す。

3.5 材料の組み合わせ

試験を行った材料の組み合わせを表 3 に示す。

4. 試験結果

前述の供試体の切欠き部に表 3 に示す材料の組み合わせで、下塗り、充てんおよび上塗りを施工した。充てんは、エアハンマーを使用してタッピングし押圧した。その後 2 4 時間湿潤養生を行い、蛍光顔料を溶解させた水中に浸漬させ、3 箇月後これを取り出し、供試体をコンクリートカッターで 3 分割しさらにこれを 2 分し、切欠き凹部を含む切片とし、そして切欠き部の上下にコンクリートカッターを用いて溝を切り溝に平たがねを打ち込み割裂させて充てん材と供試体の界面の浸透性および付着性、定着具および P C 鋼材の防錆性 確認試験を行った。

表 2.2 材料の組成（充てん材）

記号	組 成	重量%
B0	普通ポルトランドセメント	30.9
	骨 材	61.7
	水	7.4
B1	普通ポルトランドセメント	30.0
	石 膏	1.9
	骨 材	60.8
	水	7.3
B2	普通ポルトランドセメント	30.0
	石 膏	1.9
	骨 材	60.8
	酢酸ビニルエマルジョン	0.8
	水	6.5
	高炉スラグ	21.0
B3	普通ポルトランドセメント	12.5
	骨 材	50.0
	減 水 剤	0.4
	水	16.1

表 2.3 材料の組成（上塗り材）

記号	組 成	重量%
C0	な し	—
C1	普通ポルトランドセメント	45.5
	骨 材	27.5
	S B R 系エマルジョン	8.2
C2	水	18.8
	早強ポルトランドセメント	23.0
	白色ポルトランドセメント	9.2
	骨 材	41.3
	微粉の活性シリカ	1.5
	シウ酸カルシウム	0.8
	炭酸カルシウム	0.5
	撥 水 剤	0.6
	S B R 系エマルジョン	5.2
	水	17.9
C3	白色ポルトランドセメント	29.0
	アルミナセメント	7.0
	減 水 剤	1.0
	繊 維	0.35
	撥 水 剤	0.7
	消 泡 剤	0.15
	骨 材	26.0
	アクリル系樹脂エマルジョン	4.7
水	30.7	

注) (A1)は表 2.1 の A1 に同じ

また、表3に示した組み合わせた材料で供試体を製作し、付着強さ試験および透水試験を行った。

これらの概要を以下に示す。

4.1 浸透性・付着性・防錆性の試験結果

浸透性の試験は、前述したように3箇月間供試体を蛍光顔料溶液中に浸漬させ、切欠き部と充てん物との境界へ蛍光顔料溶液が浸透しているかいないかを調査した。蛍光顔料を使用したので浸透量の調査には、ブラックライト（紫外線ライト）を照射して行った。調査状況を図2に示す。浸透性の試験結果を表4に示す。なお、浸透性は蛍光顔料溶液の浸透深さで①2.5mm以上、②8～2.4mm、③1～7mm、④0mmの基準で判定した。

付着性の試験は、切断した供試体に溝を作製し、平たがねを挿入させ割裂し、その状態で付着性状を判定した。付着性状の評価は、

- ①充てん物と切欠き部との界面で剝離した場合
- ②充てん物の一部の破壊と切欠き部の界面の一部で剝離し、切欠き部の界面の方が多い場合

③充てん物の一部の破壊と切欠き部を界面の一部とて剝離し、充てん物の破壊の方が多い場合または凹部コンクリートの一部の剝離と、切欠き部の界面の一部との破壊し、凹部コンクリートの破壊の方が多い場合

④充てん物または凹部コンクリートが破壊した場合である。

付着性状の評価結果を表4に示す。

防錆性の試験は、付着性試験の終了後定着具およびPC鋼材をはつり出し、表面の目視観察により判定した。判定の基準は、①多い、②少しあり、③わずかにあり、④なしの4分類である。なお、下塗り材および上塗り材の塗布厚さは約0.5mmである。防錆性の試験結果を表3に示す。

浸透性等は試験結果をもとに総合評価を判定し、結果を表4に示す。評価の基準は、浸透性、付着性および防錆性の評価結果を得点と見なし、その和を求め①5以下、②6～8、③9～11および④12とした。

4.2 付着強さ試験

下塗り材、充てん材および上塗り材を順次施工した積層供試体の付着強さをJIS A 6909に準拠して試験を実施した。コンクリート歩道板（JIS A 5304）に下塗り材0.5mm、充てん材1.0mm、上塗り材0.5mmの層厚で施工し供試体を作成し、20℃80%RHの環境で4週間養生し、試験に供した。引張試験は、建研式引張試験機を用いて引張り、付着強さおよび破壊箇所を調べた。その試験結果を表4に示す。

4.3 透水試験

透水試験はJIS A 1404 拠し、直径150mm、高さ40mmに型枠を用いて下塗り材0.5mm、充てん材4.0mm、上塗り材0.5mmの厚さに施工し、成型後4.8時間で脱型し、その後1.9日間20℃80%RH環境で養生し、供試体とした。供試体を約80℃で一定重量となるまで乾

表3. 材料の組み合わせ

試験 No	下塗り材	充てん材	上塗り材
1	A0	B0	C0
2	A0	B1	C0
3	A0	B3	C0
4	A0	B3	C3
5	A1	B1	C0
6	A1	B1	C1
7	A2	B1	C1
8	A2	B2	C1
9	A2	B2	C2
10	A3	B3	C0
11	A3	B3	C3

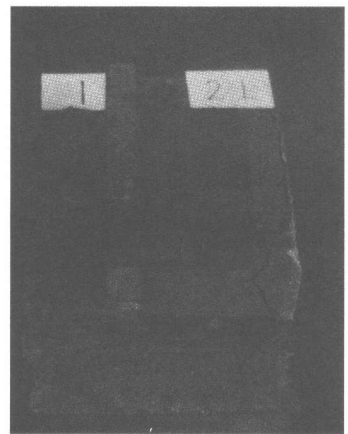


図 2.1 浸透量調査（浸透有）

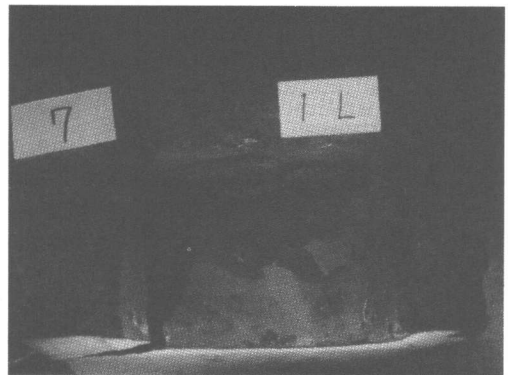


図 2.2 浸透量調査（浸透無）

燥させた後、透水試験を行った。上塗り材の面に $1 \text{ Kg f} / \text{cm}$ の水圧を 1 時間かけた後の透水量で結果を整理したものを表 5 に示す。

4.4 ひびわれ観察

浸透性および付着性試験等に先立ち、後埋め施工部表面のひびわれおよび界面の収縮による間隙の有無を目視観察した。その結果、従来のモルタルで施工したものおよび組み合わせた材料で施工したものともに、ひびわれの発生したものは皆無であった。一方、切欠き部と充てん物との界面の間隙の調査結果は、界面に沿って螢光顔料が滲み出し乾燥したような状態となった供試体があり、この状態となった供試体と表 4 に示した浸透性試験結果とは関連し、浸透性の評価基準で①および②と評価したものに確認され、浸透性試験の結果とはほぼ一致していた。

4.5 考察

コンクリート部材の切欠き部の後埋め工法として要求される諸条件は、

- ① 充てん材とコンクリート部材の切欠き部の付着強さが大きいこと。
 - ② P C 鋼材等に対して、水、酸素、塩素等の遮断性の高いこと。
 - ③ 収縮量が少なく、かつ収縮によるひびわれの発生がないこと。
 - ④ 作業性がよく、短時間で施工可能なこと。
- である。

従来のモルタルを充てんする工法と比較しながら浸透性試験等を行った結果、材料の組み合わせによる新しい施工方法を開発することができた。

新しい施工方法は、前記の表 3 に示した材料の組み合わせのうち、試験番号 4、6、7、8、9 および 11 で、表 4 の総合評価 3 以上のものである。特に試験番号 9 および 11 は上記 4 条件において①の付着強さは、目標とした設計基準強度 $2.40 \text{ Kg f} / \text{cm}$ の場合の異形鉄筋の許容付着応力度を十分満足する値であり、②の水、酸素、塩素等の遮断性は透水試験の結果が $0.3 \sim 1 \text{ g}$ と微量であり、浸漬させた溶液の浸透も皆無であったこと、P C 鋼材および定着具に発錆が認められなかったことより、十分効果を有しているものと推察される。③の収縮性については表面のひびわれ観察の結果および浸透性試験結果より収縮量はきわめて少量かなかったものと考えられる。④の作業性については従来工法をそのまま応用でき、簡易かつ短時間で施工可能なが分かった。

5. まとめ

コンクリート部材の切欠き部の後埋め工法として新しく下塗り材、充てん材および上塗り材を施工する工法（前述の試験番号 9 および 11）を提案した。この工法によれば、耐浸透性、付着性および防錆性に優れ、後埋め部の耐久性を向上させることが可能であり、その結果コンクリート構造体の機能を損なわず、耐久性をも向上させることが可能と考えられる。また、既に施工されているコンクリート構造物の切欠き部の後埋め部分にも今回提案の上塗り材（表 2・3 中 C 1、C 2 および C 3）を塗布すれば耐透水性が改善され耐浸透性が向上し、その結果構造物の耐久性は改善され、向上されるものと考えられる。

表 4 試験結果

試験 №	材料の組み合わせ			評 価			
	下塗り材	充填材	上塗り材	浸透性	付着性	防錆性	総合
1	A0	B0	C0	1	1	1	1
2	A0	B1	C0	2	2	1	1
3	A0	B3	C0	2	1	2	1
4	A0	B3	C3	4	1	4	3
5	A1	B1	C0	3	2	2	2
6	A1	B1	C1	3	3	3	3
7	A2	B1	C1	4	3	4	3
8	A2	B2	C1	4	3	4	3
9	A2	B2	C2	4	4	4	4
10	A3	B3	C0	3	1	4	2
11	A3	B3	C3	4	4	4	4

表 5 付着強さ試験結果

試験 №	材料の組み合わせ			試験結果	
	下塗り材	充填材	上塗り材	付着強さ $\text{kg f} / \text{cm}$	破 壊 箇 所
1	A0	B0	C0	7.0	コンクリートとの界面
3	A0	B3	C0	8.0	コンクリートとの界面
4	A0	B3	C3	7.5	コンクリートとの界面
6	A1	B1	C1	18.2	コンクリート
9	A2	B2	C2	20.3	コンクリート
10	A3	B3	C0	16.0	コンクリート
11	A3	B3	C3	17.0	コンクリート

表 6 透水試験結果

試験 №	材料の組み合わせ			試験結果
	下塗り材	充填材	上塗り材	透水増加量 (g)
1	A0	B0	C0	15
6	A1	B1	C1	3
9	A2	B2	C2	1
11	A3	B3	C3	0.3