

建設省土木研究所 正 小林茂敏 正 河野広隆 正 丹野 弘
 武蔵工業大学(現) 鹿島建設(株) 坪井浩治

1. まえがき

塩害を受けたコンクリート橋に対し、現在種々の補修工法が試行されている。鉄筋の発錆によりコンクリートに大きなひびわれを生じたり剝離を生じた部材に対して、これまでエポキシ等の樹脂を用いた断面回復工法が試験施工されている。これは部材への付着が良好で比較的施工が容易なためであるが、一般に樹脂はコンクリートと比較して弾性率が小さく、熱膨張率やクリープが大きく、また物性の温度依存性が高い等、構造部材の材料として不利な点を有し、非常に高価である場合が多い。このためコンクリート部材と近い特性を有する補修材料として施工性や補強工法への応用、軽量骨材使用による軽量化など考慮してセメントモルタルを注入材とするプレパックドコンクリートの応用可能性を検討した。以下にその概要を報告する。

2. 実験概要

コンクリート橋の補修に用いるプレパックドコンクリートに要求される特性としては①死荷重を増加させないよう施工厚を薄くして十分な充填性があり、②部材下部で施工することが多いため逆打ちで橋梁側のコンクリート部分(以下部材コンクリートと呼ぶ)に対して十分な付着が得られることである。①の要求から補修部の最小施工厚を5cm程度とし、従って粗骨材の最大径を15mm程度とすることが必要となる。これは従来のプレパックドコンクリートの粗骨材径の概念よりかなり小さなものであり、注入されるモルタルには良好な流動性、注入性が要求される。このため今回の実験では次の2点を目的とした実験を行うこととした。

i) 粗骨材径10~15mmでセメントモルタルを注入するプレパックドコンクリートが施工可能か

ii) 部材コンクリートとの必要な付着力が得られるか

このため、まず注入モルタルの配合決定のためプロートによる流動性試験、ブリージング試験及び透明模型型枠への注入実験を行った。後者は75×20×20cmのアクリル枠へ径10~15mm、15~20mmの粗骨材を詰めH=100mmでモルタルを下端より注入し、注入状況を経時的に観測するものである。予備実験の結果 $\eta_c \geq 45\%$ では良好な流動性とするブリージングが多くなるため以後の実験では $\eta_c = 40, 35\%$ とし、流動性を改善するため高性能減水剤(以下SPと略す)を使用し、砂の最大径を0.6, 1.2, 2.5mmとしたものについて η_c とSPの添加量を変化させ配合を検討した。使用した枝材は普通ポルトランドセメント、川砂、川砂利である。

前述の実験を基に表2に示すモルタル配合についてプレパックドコンクリートの物性と部材コンクリートと鉄筋への付着力を調査した。プレパックドコンクリートについては土木学会の試験法を基に供試体を作成(圧縮、割裂、曲

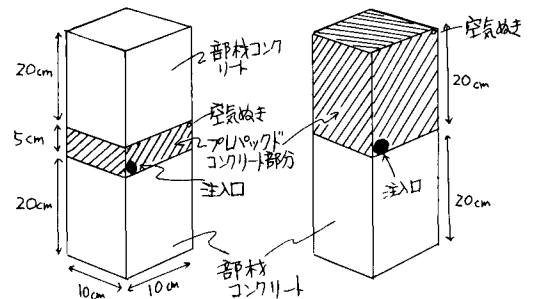


図1. 部材コンクリートとの付着強度供試体の作成と載荷方法

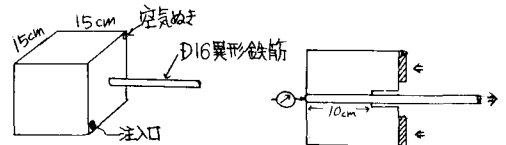


図2. 鉄筋との付着強度供試体の作成と載荷方法

表1. 部材コンクリートの物性

圧縮強度 kg/cm ²	曲げ強度 kg/cm ²	引張強度 kg/cm ²	弾性率 ×10 ⁴ kg/cm ²	ポアソン比
49.7	54.0	37.1	2.92	0.19

げ試験を行った。ただし曲げ供試体は打設方向に直角に載荷するよう10×10×40cmの角柱型枠を立てた状態に注入を行った。部材コンクリートへの付着力は逆打ち、順打ちを考慮して図1に示すようにあらかじめ作成した部材コンクリートの直方体片（物性を表1に示す）の打継ぎ面に当たる面にグラインダーをかけツピングを施したものを型枠にセットし、プレバックドコンクリートを打継ぎ、これを曲げ試験することによって求めた。鉄筋との付着力は図2に示すように鉄筋を水平にした状態でプレバックドコンクリートを打設し、これを引抜き試験し、0.0020の抜け出し時の応力とした。以上の載荷実験は補修時の特殊性も考慮し、打設後経令7日まで標準養生した後に行った。いずれの実験も供試体は各3本作成し、試験結果はその平均値を示している。

表2 モルタル配合と強度試験結果

		A	B	C	D	E	F
モルタルの配合	砂の最大粒径 ^{mm}	0.6	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6
	W/C (%)	40	35	40	40	40	40
	S/C	0.8	0.8	1.0	0.8	0.8	0.7
	高性能減水剤添加量 ^{g/kg}	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
	Al粉添加量 ^{g/kg}	2.0	2.0	2.0	0	2.0	2.0
Flow値(PH+流下時間秒)		29.0	56.0	28.9	27.6	21.2	24.3
モルタル強度	圧縮強度 (kg/cm ²)	446 (62.8)	492	450	465	419	489
	弾性率 (×10 ³ kg/cm ²)	1.81 (2.23)	2.22	1.98	1.98	1.91	2.00
	ポアソン比	0.23 (0.24)	0.25	0.23	0.25	0.21	0.23
	曲げ強度 (kg/cm ²)	363 (4.85)	99.8	91.7	104.4	89.1	104.3
プレバックドコンクリートの強度	圧縮強度 (kg/cm ²)	363 (4.85)	377	352	387	362	391
	弾性率 (×10 ³ kg/cm ²)	2.44 (2.92)	2.67	2.63	2.69	2.70	2.64
	ポアソン比	0.18 (0.19)	0.17	0.16	0.19	0.19	0.17
	割裂強度 (kg/cm ²)	29.6 (33.2)	28.3	27.8	29.3	27.6	27.7
付着強度	曲げ強度 (kg/cm ²)	50.8 (50.3)			50.7		53.8
	コンクリート/順打ち	26.5 (22.4)			26.2		31.8
	との付着強度 (kg/cm ²)	20.8 (28.4)	15.0	17.0	22.9	17.9	22.9
	逆打ち	10.4 (13.5)					
	鉄筋との付着 (kg/cm ²)				9.3		9.6

PHは材料Eに、Cは28日材料

成し、試験結果はその平均値を示している。なお表2のAの配合については経令28日も載荷実験を行った。

3. 実験結果と考察

W/C=40, 35%で砂の最大径1.2mm, S/C=1.0とした実験よりS/Pの添加量が各々0.5%, 1.0%までは流動性改善の効果がみられたが、それ以上の添加では効果が現れなかった。このためW/C=40, 35%各々についてS/Pを0.5%, 1.0%添加し、またモルタルの膨張率を3%程度確保するためアルミ粉とセメント量の0.002wt%添加することとした。この配合でブリージング試験後の硬化モルタルの上面を観察したところW/C=40%ではブリージングもなく表面まで良好に硬化していたが、W/C=35%ではS/P添加時の特色であるノロが若干出ている。模型注入実験の結果モルタルのフロー値が25秒以下では分離傾向があり、30秒以上では注入時間が長くなるため、施工上からは25~30秒のフロー値のモルタルが良いようである。強度試験の結果、プレバックドコンクリートとのものは圧縮、引張、曲げ強度とも十分な強度が出ており、注入時の目視観察でも確認されたことでもあるが、良好に充填されている。部材コンクリートとの付着についてみると、順打ちで25kg/cm²程度、逆打ちで良好なもので20kg/cm²程度であった。付着破壊の状況は順打ちでは部材コンクリート表面が一部剥離しているのが認められ付着は良好であるが、逆打ち部では注入モルタル上部が気泡等により弱点となって破壊していた。今回の実験では付着面はかなり平滑であったが、実際の補修面では凹凸があるため付着の条件としては良くなると思われる。ただし、養生の条件はより厳しく、十分な付着力が得られない場合、部材が繰返し載荷を受ける際に影響があると考えられるため、付着力の改善には検討の余地がある。なお配合Dについてはアルミ粉無添加としたが、この実験では影響が現れていないようである。

今回の実験では粗骨粒径が10~15mmという小径でもセメントモルタル注入のプレバックドコンクリートが十分に施工し得ることが確認された。(しかし、部材コンクリートとの付着応力は必ずしも満足できる値は得られなかった。今後付着力を増すための材料の検討を行うとともに、部材への施工実験と補修した部材の載荷実験等を行う必要があると考えられる。

本研究を行うに当たり適切な助言をいただきました筑波大学山本泰彦助教授に感謝致します。