

V-184

ポリマーコンクリート埋設型枠を用いた温泉地コンクリートの防食

九州工業大学 正会員 山崎竹博 正会員 出光 隆
大分 高専 正会員 丸山 巖

1. まえがき

硫酸イオンを含む温泉地では、コンクリート構造物の腐食が地表面位置で特に著しく進行する。本研究ではコンクリートの防食と省力施工の観点からポリマーコンクリートパネルを埋設型枠に使用し、コンクリートを被覆した供試体の防食効果を検討した。パネルにはポリエステルレジンコンクリート(REC)およびメチルメタクリレート含浸コンクリート(PIC)を用い、エポキシ樹脂で接着して型枠を作製した。型枠にコンクリートを打設した後RECモルタルで密閉し、別府明礬温泉に4年間暴露して劣化状況を調べた。

その結果からコンクリートの中性化および石膏化について報告する。

2. 実験概要

供試体：噴気のある温泉土壤中に表-1に示す6種類の角柱および3種類の円柱供試体と2種類の埋設型枠供試体を図-1のように横方向に半分まで埋め、6カ月、1、2、4年後の腐食状況を測定した。埋設型枠パネルは厚さ2cmで内側に骨材の突起を持つもので、その形状を図-2に示す。パネル供試体にはコンクリートの長さ変化を吸収できるように中央部にシリコンゴム目地を設けた。

放置条件：暴露場の土壌成分を表-2に示す。地表温度は1年までは50℃以上であったが、その後2年まで噴気経路が変わったため20℃程度に低下した。そこで、2年目の試料採取後暴露場に噴気管を引き、再び1年目と同様の温度条件とした。^{1) 2)}

3. コンクリートの腐食機構

暴露後のコンクリートは数カ月で地表面付近の供試体表面が褐色に変色し、その後、空気にさらされる部分では変色部分が白色化し膨張、粉末化して行く。このとき、褐色部分は白色層と健全部との境界に移動し、褐色層が形成される。²⁾ 一方、

地中やパネルで覆われた場合など、外気とは直接接しない部分では褐色層の内側に黒色層が形成される。その状況を図-3、

表-2 表土の成分

成分	含有率
SiO ₂	71.8 %
Fe ₂ O ₃	0.46
Al ₂ O ₃	4.51
CaO	1.26
MgO	0.09
SO ₃	3.67

表-3 SO₃含有率とPH

試料	SO ₃ 量		PH
	量		
放置土	0.59%		2.72
付着土	1.11		2.50
石膏部	8.23		4.00
黒色部	1.46		8.65
健全部	0.54		12.37

4に示す。黒色層は緻密で膨張せず、褐色層より外側の白色化に伴い徐々に侵食される。EPMAによる元素分析やX線回折、定量分析などの結果、黒色部分には硫黄が濃縮され、またSO₃量も表-3のように健全部の3倍に達していた。また、白色部はX線回折の結果石膏が大部分であり、そのSO₃量は放置前の値0.39の21倍に達し、材令の若いほどその値が大きくなる傾向が得られた。健全部にもわずかにSO₃量が見られる。

4. 中性化試験による腐食深さの測定

表-3に示すように黒色部を含む腐食部分のPHは8.65以下であったので、その腐食深さをフェノールフ

表-1 供試体の種類

M	4×4×16cm
REC-M	(角柱モルタル供試体)
PIC-M	(角柱供試体)
C	10×10×40cm
PIC	(角柱コンクリート供試体)
REC	(パネル供試体)
PIC-P	15×15×50cm
REC-P	(パネル供試体)
C-C	φ10×20cm円柱
PIC-C	φ10×20cm円柱
REC-C	φ7.5×20cm円柱

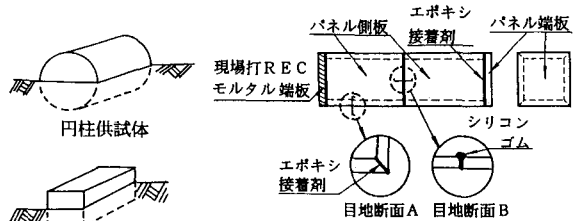


図-2 埋設型枠組立図

図-1 供試体埋設図

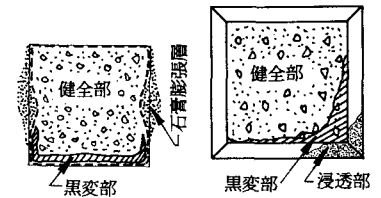


図-3 角柱供試体腐食図

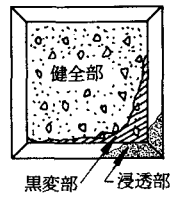


図-4 パネル供試体腐食図

タレンアルコール溶液の赤色反応から求めた、 $10 \times 10 \times 40$ cmコンクリート角柱の腐食深さの経年変化を図-5, 6, 7に示した。なお、 $4 \times 4 \times 16$ cmセメントモルタル供試体は4年後には全く赤色反応を生じなかった。一方、RECおよびPICパネルで防食した供試体は、パネル中央に設けたシリコンゴム目地部から温泉粹の浸透が見られ、図-8のように供試体中央部が黒色化した。中性化試験より求めた両供試体の黒色層の深さを図-9, 10にそれぞれ示す。

5. 供試体腐食部の強度

10 cm角柱供試体の4年後の健全部の平均寸法は初期の値の88%であり、強度に変化がないとすれば曲げ耐力は60%に低下する。腐食深さを測定した断面の曲げ耐力を材令28日の値に対する割合として図-11, 12に示した。同図から4年後の曲げ耐力は材令28日のその70%となつてはいるが、噴気による養生効果を考えれば42%に低下したことになる。一方、パネル供試体の曲げ耐力も50~60%の値を示したが、目地部以外の腐食は少なく、パネルと中詰めコンクリートとの付着が十分である場合には目地からの浸透による腐食は局部的に限られ、耐久的な目地材を用いることによってその防食効果を発揮できるものと考えられる。

6. パネルによる防食について

埋設型枠を使用した供試体は原則的に型枠が腐食してしまうか接着部が剥離しない限り内部のコンクリートの劣化は生じない。本実験ではパネル中央部に設けたシリコンゴム目地から温泉水が浸透して内部に黒変部が生じたが、目地部に限られた。また、試験後供試体のパネルをはぎ取って観察したところ、中詰めコンクリートに接するRECパネル内面が白色化していた。

7. まとめ

以上、ポリマーコンクリート埋設型枠の防食材料への応用は省力施工を兼ねた有効な工法と考えられるが、パ

ネルと中詰めコンクリートとの付着を確実に
 行うことや、地表面に目地を設けないこと、
 ポリエステルレジンを使用する場合にはセメ
 ントのアルカリ性を考慮して、コンクリート
 との接触面を耐アルカリ性の樹脂でコーティ
 ングするなどの改善が必要である。

参考文献 1) 山崎竹博・出光隆・丸山隆, ポリマーコンクリートパネルを用いた温泉地区コンクリートの防食に関する研究, 土木学会第43回年次学術講演会第5部, pp. 262~263.

2) 山崎竹博・出光隆・江崎純・渡辺明, 各種埋設型枠を用いたコンクリート部材の温泉暴露試験, 平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演要集, pp. 666~667.

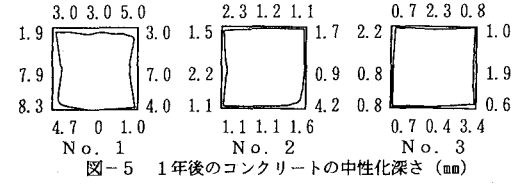


図-5 1年後のコンクリートの中性化深さ (mm)

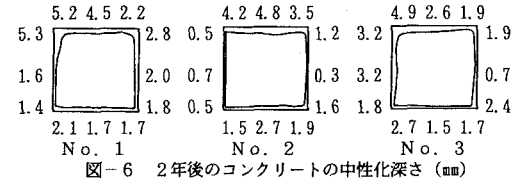


図-6 2年後のコンクリートの中性化深さ (mm)

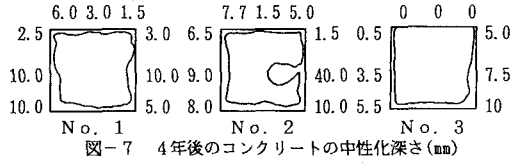


図-7 4年後のコンクリートの中性化深さ (mm)

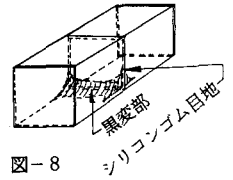


図-8 シリコンゴム目地
 パネル供試体目地部の腐食

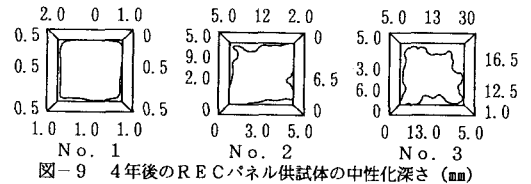


図-9 4年後のRECパネル供試体の中性化深さ (mm)

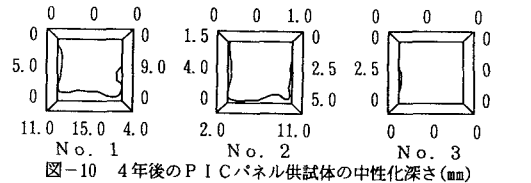


図-10 4年後のPICパネル供試体の中性化深さ (mm)

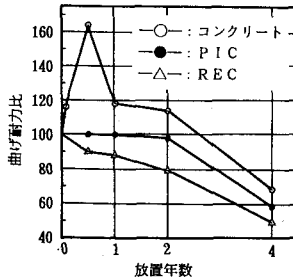


図-11 $10 \times 10 \times 40$ cm角柱の曲げ耐力比

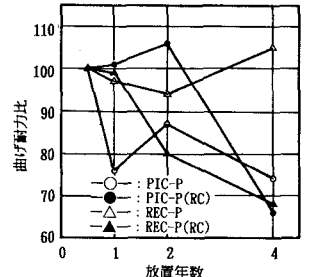


図-12 パネル供試体の曲げ耐力比