

霧島温泉地帯におけるコンクリートの腐食対策に関する実験的研究(第1報)

鹿児島高専 正 員 斎藤 利一郎

鹿児島高専 正 員 内容 保

鹿児島高専 正 員 榎並 利 征

鹿児島高専 学正員 ○沙満 哲 広

1. まえがき

コンクリートが優れた耐久性と良好な施工性を兼ね備えた構造材料であることは周知の通りである。しかし、コンクリートがこれまで経験したことのない過酷な環境下の用途に用いられることがある。その例に温泉地帯のコンクリートがある。本文は、霧島温泉地帯のコンクリートが温泉の有害成分や熱にさらされ、著しい腐食を受け、耐久性に関し、種々問題になっていることに着目し、(1)南九州に広く分布するシラスを細骨材としたシラスコンクリート供試体(φ10×20cm)、(2)防食工法を考えるためのエポキシ樹脂(エポロン)を用いたモルタル供試体(4×4×16cm)をそれぞれ、実験Ⅰ、Ⅱとして現地における腐食試験を試みたので、得られた結果に若干の考察を加えて報告する。

2. 実験概要

(1)実験Ⅰ、表-1、表-2参照。セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.15)、細骨材には国分産のシラス(比重2.21)、粗骨材には吉野産砕石(比重2.53)を用いた。表-1は、作業に適するワーカビリティをもつ、セメントとシラスの重量比を知るための配合表である。表-2は、表-1により、セメント:シラスを1:2としたものをベースコンクリートと名付け、これに、無塩化タイプの混和剤を2種類使用したものを示す。

(2)実験Ⅱ、表-3、表-4参照。表-3はセメントに対する使用材料の重量比を1:2とし、フロー値を一定とした配合表を示す。ここでは、耐薬品性床、コンクリート破損部の補修、あるいは、クラックの補修に用いられる市販のエポロン#101をエポキシモルタルの主剤に用いた。細骨材には、標準砂、シラス、川砂、桜島火山灰砂を使用して、表-4に示す重量比(1:2~5)とし、ペースト状あるいはパテ状のモルタルを作製した。なお、モルタルの調整については、カタログを参照した。

3. 実験結果および考察

(1)実験Ⅰ、写真-1、図-1~5参照。写真-1は、シラスコンクリート供試体の現地養生(新湯)の例を示す。

図-1は、現場(丸尾、新湯)に発生する温泉ガスを直読式検知管(ガステック社製)を用いて測定した例を示す。図-2、3に新湯、図-4、5に丸尾における圧縮強度、および腐食に伴う重量減少の度合いを示す。図中、M=0.6、P=200等は、マイティの添加量0.6%、ポゾリスの添加量200cc、Baseはベースコンクリートの意味である。図-2に見るように本温泉地帯

表-1 シラスコンクリートの配合表(1)

(セメント:シラス)

セメント : シラス	粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメ ント比 (%)	細骨材率 s/a (%)	スランブ (Cm)	単 位 量 (kg/m ³)			
					水	セメント	細骨材	粗骨材
1:1.0	20	53.7	38.1	8.0	262	488	488	913
1:1.5	20	70.9	41.4	7.5	265	374	561	913
1:2.0	20	89.4	43.1	7.0	269	301	602	913
1:2.5	20	110.8	44.3	8.5	276	249	624	913

表-2 シラスコンクリートの配合表(2)

種 類	単 位 量 (kg/m ³)				減水剤 (cc, g)	W/C (Cm)	スランブ (%)	空気量 (%)	減水率 (%)
	W	C	S	G					
ベースコンクリート	269	301	602	913		89.4	8.5	3.0	
ホ	200[cc]	264	302	604	918	604	87.4	9.0	3.2
ソ	250[cc]	258	305	610	924	763	84.5	9.0	3.0
リ	300[cc]	256	306	612	926	918	83.6	7.0	2.8
ス	350[cc]	253	307	614	930	1075	82.4	7.0	3.5
マ	0.6 [%]	261	304	608	920	1.82	85.9	9.0	2.5
イ	1.2 [%]	247	310	620	937	3.72	79.7	7.0	2.5
テ	1.8 [%]	234	315	630	954	5.67	74.3	7.5	3.2
イ	2.4 [%]	229	317	634	961	7.61	72.2	7.5	2.2

注) 1) ポゾリスはNo70でセメント重量100kg当りの量を[cc]で表わしたもの

2) マイティ150はセメント重量に対しての割合を[%]で表わしたもの

3) 細骨材はシラス(絶対乾燥状態)を使用した

表-3 セメントモルタルの配合表

	重量比	水セメント 比(%)	細骨材 の比重 (Cm)	フロ- 値(Cm)	単 位 量			
					水	セメント	細骨材	
セメント:標準砂	1:2	65	2.60	160	338	520	1040	
セメント:シラス	1:2	80	2.21	140	416	520	1040	
セメント: シラス 川 砂	1:2	67	2.21 2.58	128	348	520	1040	
セメント:火山灰砂	1:2	65	2.58	126	338	520	1040	

表-4 エポキシモルタルの配合表

材料	エポロン	標準砂	シラス+川砂	火山灰砂
配合比	g	g	g	g
1:2	510	1020	510	1020
1:3	380	990	495	990
1:4	270	1080	590	1080
1:5	240	1200	600	1200

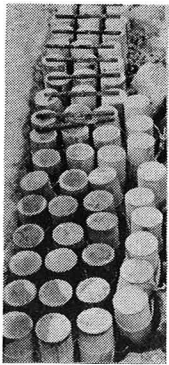


写真-1

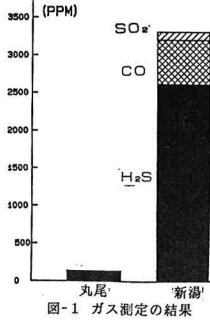


図-1 ガス測定の結果

に拡散する主なガスは、 H_2S 、 CO 、 SO_2 ガスの3種類である。特に、新潟の現場では H_2S の濃度が著しく、降雨や流水の影響を受けると硫酸化し、現地での暴露試験結果から土壌に接する部位で著しい腐食が認められた。 H_2S ガスは、内部鉄筋への影響が著しいと考えられる。図-2～5に見られるように両現場共、強度の変化や重量減少の度合いに少しく乱れが認められる。これは、季節の変化に伴って、温泉活動が変動し、供試体に影響する H_2S ガスや酸性度($pH=3\sim5$)に差異が生じるためと考えられる。図-4、5に見る丸尾の現場では、ガス等の濃度が低いため、逆に温泉の蒸気により、材令三ヶ月までは強度発現が認められる。しかし、材令が進行するにつれ、腐食現象が認められ、長期的耐久性に著しい影響が生じるものと考えられる。

(2) 実験Ⅱ、写真-2、図-6参照。写真-2は表-3、4により作製したモルタル供試体の一例(丸尾養生)を示す。図-6は、表-4の配合比1:

3の供試体について調べた曲げ強度試験結果である。この図より、エポロン:火山灰砂配合の場合が強度的に良好と考えられる。現在、経済的適正配合の決定と腐食状況の観察-測定試験を継続中である。さらに、写真-3に見る鉄筋とエポキシ樹脂粉体塗装鉄筋の、 H_2S ガスとの関係については、九州工大、出光、高山両先生の御協力を得て現地実験を試みている。

4. あとがき

本温泉地帯コンクリートの腐食要因は、酸性度(pH)と H_2S ガスの影響とが考えられる。したがって、腐食環境を知り長期的耐久性試験より、本地区に適切な腐食対策が望まれよう。

本研究は昭和58,59年度、科学研究費試験研究(2)の補助を受けて実施した研究の一部である。

(参考文献) 1) 高速道路技術センター: 九州横断自動車湯院～大分間コンクリート構造物の温泉腐食対策調査研究(昭和58年度報告書)、昭和59年3月

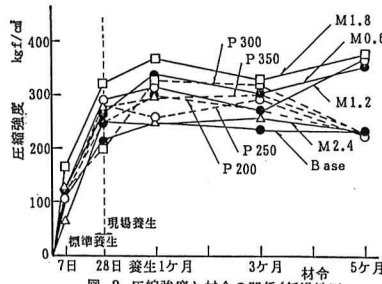


図-2 圧縮強度と材令の関係(新潟地区)

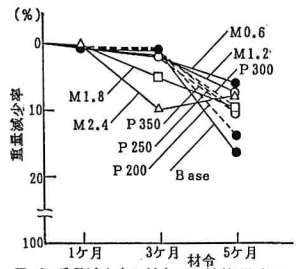


図-3 重量減少率と材令の関係(新潟地区)

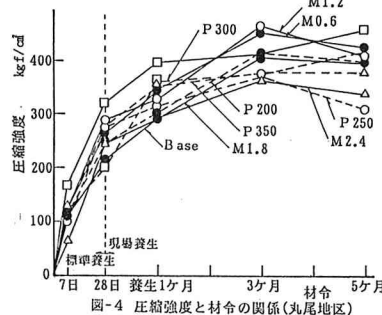


図-4 圧縮強度と材令の関係(丸尾地区)

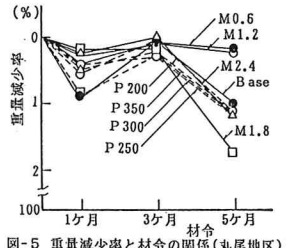


図-5 重量減少率と材令の関係(丸尾地区)

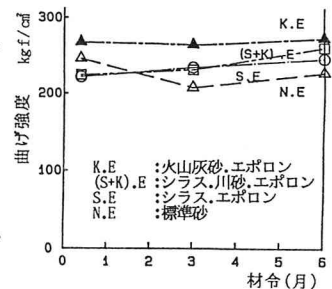


図-6 エポロンモルタル曲げ強度

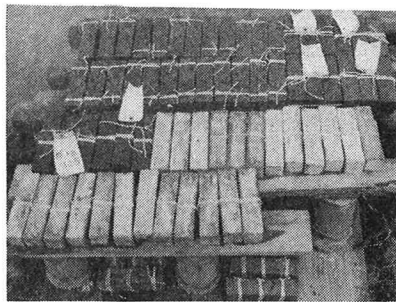


写真-2

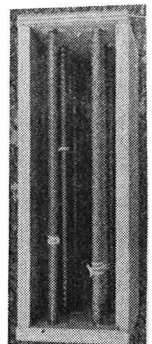


写真-3