

温泉環境下におけるコンクリート構造物の耐久性について

鹿児島大学工学部 学生会員 ○佐村 有人
鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕司
大日本塗料株式会社 正会員 里 隆幸
鹿児島大学工学部 学生会員 北川 啓一

1. まえがき

我が国は環太平洋火山帯に位置し、各地に温泉が分布している。この温泉地帯に建設されているコンクリート構造物では、温泉水や温泉ガスに含まれている有害成分や温泉の熱などにより侵食を受け、その耐久性が問題となっている。そこで、本研究では、鹿児島県霧島温泉郷内の種々の環境においてコンクリートならびに鉄筋コンクリート供試体の暴露実験を実施している。今回は暴露期間1年を経過した時点におけるコンクリートの劣化状況を報告する。

2. 実験供試体

実験供試体には、円柱供試体(10φ×20cm)と図-1に示す無筋角柱供試体、およびRC角柱供試体(角柱供試体はいずれも10×10×40cm)の3種類を用いた。また、使用したセメントは、普通ポルトランドセメントの他、しらすを粉末度5000cm²/gに微粉砕したものを普通ポルトランドセメントに重量比15%

表-1 コンクリート供試体の配合

供試体名	W/C	単位量 (kg/m ³)				混和材量 (kg/m ³)
		C	W	S	G	
普通P.C.	50	404	202	799	875	なし
しらす混合						
しらす混合 表面被覆材		343	202	799	875	61

で混合することにより試作した混合セメントも併わせて使用した。表-2には使用したしらすの概要を示す。またコンクリートの配合を表-1に示す。鉄筋は、みがき丸鋼とエポキシ樹脂塗装鉄筋の2種類を用い、かぶり厚さを2cmおよび3cmとして供試体内に配置した。さらに、表面被覆材の効果について検討を行うために、表面被覆材(エポキシ樹脂系被覆材)を塗装した供試体も作製した。

表-2 混和材用しらす

しらすの種類	火山ガラス	結晶質
しらすA	98.74%	1.26%

3・暴露実験

暴露環境は霧島温泉地帯のホテル内にある表-3に示す4つの環境である。この内、硫黄泉浴槽は温泉水が直接接する環境、浴室上部は温泉水が直接かかる事はなく温泉ガスのみの影響を受ける場所、浴室下部は浴槽のすぐ隣に位置し、常に高温、湿潤状態で、人の出入りなどにより温泉水のしぶきがかかる環境、また、屋外はホテル建屋の外部に位置する環境である。暴露実験にあたっては、供試体を耐久性のある浸漬用かごに並べて暴露した。所定の期間の暴露を終了した供試体は、回収後に重量測定、侵食深さ、曲げ強度、圧縮強度、鉄筋腐食量等の測定を行い、劣化状況について検討を行った。

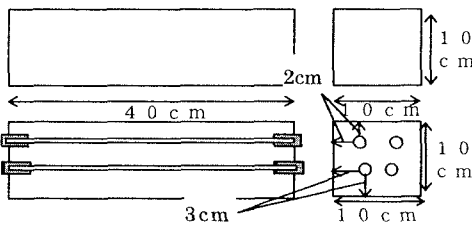


図-1 コンクリート供試体

表-3 暴露環境 (単位:mg/l)

	温度	PH	SO ₄ ²⁻
硫黄泉浴槽中	55~60℃	2.4	301
浴室上部	10~35℃		
浴室下部	25~35℃		
屋外	-5~30℃		

4. 実験結果および考察

まず、図-1にセメントとして普通P.C.を使用した供試体の重量変化率を示した。硫黄泉浴槽中は、コンクリートにとって極めて厳しい環境となり外観観察結果においても、暴露6ヶ月の時点からすでに、表

面のモルタル部分が消失し粗骨材がむき出しになっている状況が確認された。ただし、その他の環境に暴露したコンクリートではこれまでのところ大きな重量変化はみられなかった。なお、重量変化の状況については、これまでのところ、しらす混合 C. を使用したものも普通 P.C. とほぼ同じ傾向であった。図-2 には、硫黄泉浴槽のコンクリートの侵食深さの経時変化をセメントの種類ごとに示した。ここで、侵食深さとは、消失深さと中性化深さの和である。供試体表面の平均侵食深さは暴露 12 ヶ月後でおよそ 4.5 mm 程度で普通 P.C. としらす混合 C. との間に差は見られなかった。また、その他の環境における侵食深さはすべて中性化のみで、しかもその量は、1 mm 以下であった。

図-3 には、4 環境に暴露したコンクリートの圧縮強度を示した。全体には、暴露 12 ヶ月までのコンクリートの圧縮強度は浴槽中の場合が他の環境の場合よりも大きくなる状況にあった。しかし、コンクリートに表面被覆材を施していない場合は、セメントの種類にかかわらず 4 環境とも初期強度から 6 ヶ月までは強度の増加傾向が見られるが、6 ヶ月からの増加は見られず、特に、浴室上部以外は、6 ヶ月から 12 ヶ月の間に強度の低下傾向も認められる。一方、表面被覆材を塗装している供試体においては、暴露 12 ヶ月までのところ浴槽中においても強度の低下は認められず、被覆に防食効果のあることが確認できる。図-4 には、曲げ強度の経時変化を示した。曲げ強度の場合には、これまでのところ浴槽中と浴室上部とで大きな差は認められない。また、しらす混合 C. を使用したものは、コンクリートに表面被覆がない場合、暴露前の曲げ強度からの強度の伸びがほとんど期待できない状況にあったが、これに表面被覆を施す事によって強度の大幅な増加が期待できるようであった。なお、鉄筋腐食状況については、暴露 12 ヶ月までにおいては、いずれの供試体においても腐食は確認されなかった。

5. あとがき

これまでの結果から温泉環境のコンクリートで特に温泉水が常時あたる様な箇所にあるものでは、劣化が著しく早く起ることが確認された。一方、エポキシ樹脂系の被覆で表面を保護することによってその劣化をある程度抑えることがある事も明らかとなった。なお、本暴露実験は今後も継続していく予定である。

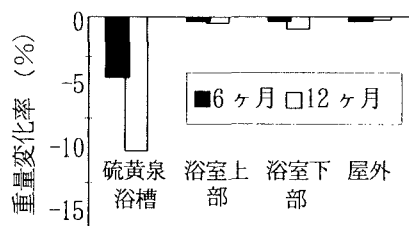


図-2 普通 P.C. を使用したコンクリートの重量変化率

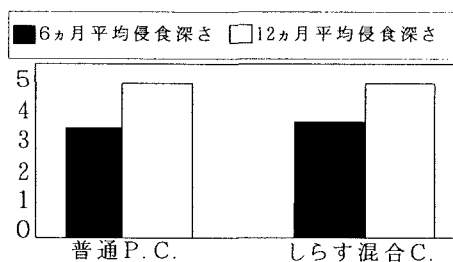


図-3 浴槽中のコンクリートの侵食深さ (mm)

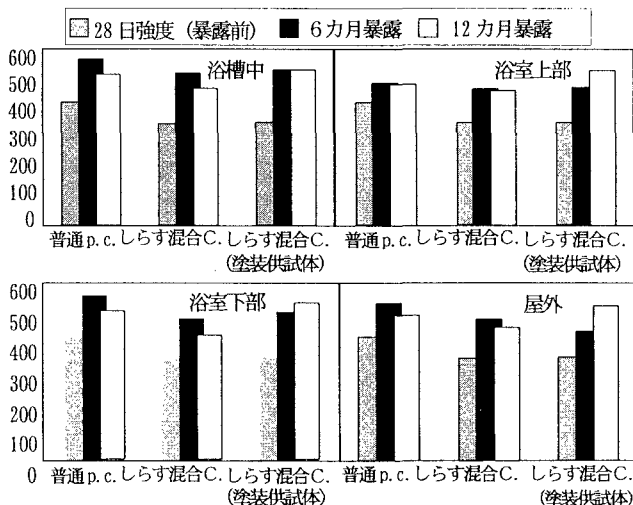


図-4 コンクリートの圧縮強度 (kg/cm²)

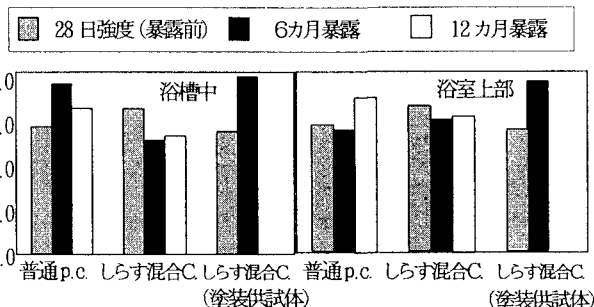


図-5 コンクリートの曲げ強度 (kg/cm²)