

V-6

アスファルト系材料の耐酸性に関する研究

鉄道総合技術研究所 正会員 牛島 栄
 " 正会員 宮田 尚彦
 日瀝化学工業（株） 正会員 ○佐藤 勝俊

1. まえがき

我国は環太平洋火山帯に位置し、世界有数の火山国で火山地帯が多くそれに起因する酸性河川水も多い。これらの河川域や、都市部における種々の酸類を含んだ工業排水および汚水が流れる下水道等に設置されるコンクリート構造物においては、硫酸および塩酸等の無機塩による侵食を受け、コンクリート中のセメント水和物と酸が化学反応を起こし、セメント水和物を水溶液に変えたり膨張性の反応生成物を生じたりして、強度の低下により崩壊し耐久性が低下する問題が生じる¹⁾。これらの酸性環境下におけるコンクリート構造物の被害例も多く²⁾その対策として現状では、コンクリート構造物の表面を耐酸性材料で被覆する方法³⁾および酸食環境をランク分けした対策⁴⁾を講じている。また、諸外国における酸食対策としては、構造物の設置箇所における水質の腐食性の判定および環境のランク分けによる厳しい対策を施しており⁵⁾このようなコンクリート構造物の酸食対策の一つとしてアスファルト系材料による被覆工法がある。

一方、トンネル工事に用いられる補助工法である注入工法に使用する材料として、一般的に水ガラス系材料が用いられている。特にトンネルのルート選定に当たって酸性湧水が生じる地域を避けられない場合には酸食対策として高分子系材料が使用されており、経済性および対策工法として十分なものではないと思われる。

そこで本報告では、耐酸性材料として有効であると考えられるアスファルト系材料⁶⁾を腐食ランクA（非常に厳しい、PH4 以下）およびB（厳しい、PH4 ～5）に相当する酸食環境下で、注入材料として用いた場合の適用性について検討した基礎研究結果について報告するものである。

2. 使用材料

アスファルト系注入材料として①セメントアスファルト系②常温アスファルト系③加熱アスファルト系の3種類を選定し検討を加えた。実験に使用した3種類の材料の配合を表-1に示す。また一般に使用されている注入材料の分類と種類を図-1に示す。

材料配合は1)施工性：100℃以下で注入できること2)充填性：十分な流動性があり、材料分離、体積収縮の少ないこと3)ブリージング：極力少ないこと4)透水性：透水係数の小さいこと（ $\times 10^{-6}$ 以下）5)強度：作用土圧および地盤反力を均等に伝える強度、弾性係数であることなどの条件により選定した。

3. 実験概要

1)実験に使用した供試体の形状は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体であり表-2に密度、圧縮強度の値を示す。2)酸性液はPH1,2,3の塩酸液、硫酸液の2種類、合計6種類と比較のため標準溶液（水）を用意した。3)酸の濃度はPHメータ（横河製）を使用し、次ぎの範囲で断続的に調整を行った。PH1（1～1.1）、PH2（1.9～2.3）、PH3（2.9～3.5）4)浸漬は容量200ℓの水槽7個に所定の溶液を入れたものを屋内（温度5～25℃）に設置し、これに材令28日の供試体を浸漬した。5)耐酸性試験は、浸漬材令（43日、160日）において重量、強度、侵食深さの測定と外観観察、写真記録を行った。

図-1 注入材の分類

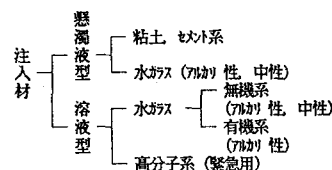


表-1 材料別配合

材料名	使用材料と配合比				
セメントアスファルト系	中層熱セメント	アスファルト乳剤	細骨材	アルミ粉末	消泡剤
	1	2	2	0.00013	0.0005
常温アスファルト系	細骨材+石灰石粉	アスファルト乳剤	水	硬化剤	
	1 (0.9 + 0.1)	0.18	0.06	0.02	
加熱アスファルト系	アスファルト	混和材	シリカヒューム	細骨材	
	1	0.3	0.25	1	

注) 細骨材は珪砂を使用した。

表-2 供試体の性状

種類	密度 (g/cm ³)	強度 (kg/cm ²)
セメントアスファルト系	1.49	13.5
常温アスファルト系	1.73	2.4
加熱アスファルト系	1.46	3.8

4. 試験結果と考察

試験結果を要約すれば次のとおりである。

1)セメントアスファルト系はPH1の硫酸により硫酸カルシウム、セメントシルス等を反応形成したと思われる膨張現象と亀裂の発生や重量増加が認められた。PH1の塩酸では水酸化カルシウム等が溶出し、クラック発生や重量がやや減少した。強度はいずれもやや低下した。2)常温アスファルト系ではPH1の硫酸により膨張し一部剥落し、重量が減少した。PH1の塩酸では表面部が剥落し重量の減少がみられた。強度の低下は僅かであった。これらの現象は両者とも酸濃度の高いPH1において顕著でPH2では僅かであった。この傾向は浸漬材令43日の段階で認められた。酸濃度PH3ではいずれも変化は少なく安定した状態であった。3)加熱アスファルト系は浸漬材令160日において、いずれのPH値においても変化は僅かで最も安定していたが強度はやや低下する傾向にあった。浸漬材令と重量変化の関係を図-2～図-4に材料別に示す。また圧縮強度との関係を

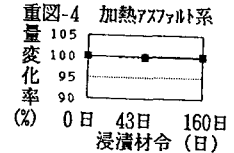
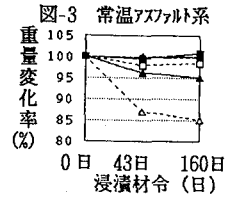
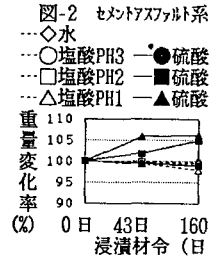


表-3 侵食深さ (160日, mm)

酸液	硫酸			塩酸		
	PH 1	2	3	1	2	3
セメントアス系	+0.8 4.4	+1 2	0 0	-0.9 4.5	0 1	0 0
常温アス系	+1.1 3.8	+1 2	0 0	-3.4 8.0	+1 1	0 0
加熱アス系	0	0	0	0	0	0

上段: 剥落, 膨張厚さ (mm)
下段: 浸透深さ (mm)

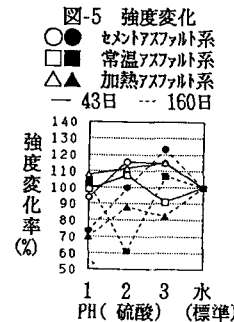


図-5に示す。前者の関係をレーダーチャートで図-6に、侵食深さを表-3に示す。侵食深さはノギスで測定しPH試験紙、フェノールフタインで確認(セメントアスファルト系)した。セメントアスファルト系の硫酸浸漬結果(43日)について重量変化とPH値の関係を求めたところ

$Y = X^2 - 6.9X + 111.7$ の近似式が得られた。(Y: 重量変化率%, X: PH値1, 2, 3)

5. まとめ

1)アスファルト系材料の耐酸性の評価方法として、酸性液に浸漬し重量、強度、侵食深さ(断面観察)、外観観察などの測定を行った。酸食条件との関連性の検討が残されているがこれらの測定によりアスファルト系材料の耐酸性の評価を行うことができた。

2)アスファルト系材料の耐酸性に関する実験結果よりアスファルト系材料は腐食ランクA(非常に厳しい, PH4以下)の環境下でも硫酸、塩酸の酸類に対し優れた抵抗性を示すことが確認できたがPH1~PH2については材料配合により耐酸性に差が認められた。

6. あとがき

今後継続して耐酸性実験を行うと共に材料の改良や配合(アスファルト量など)の検討ならびに酸食条件の調査や施工性、供用性の検討を行う予定である。また外観の変化が材料の配合や酸の種類により異なることからこれらの反応生成物についてX線回折等の分析を行う予定である。

参考文献: 1) 岸谷: 温泉地における建築物の腐食実例とその対策, セメントコンクリートN0308, 1972

2) 鈴木, 諏訪: 三国トンネルにおける酸性湧水による巻き立てコンクリートの侵食とその対策: 道路とコンクリートN013, 1971, 9

3) 土木学会: コンクリート標準示方書

4) 九州横断自動車湯布院~大分間コンクリート構造物の温泉腐食対策調査研究委員会報告: 九州横断自動車道(湯布院~大分間)温泉地帯におけるコンクリート構造物の設計・施工指針(案)

5) TGL11357: 腐食性水中におけるコンクリート, 水質の判定と施工: 東ドイツ規格

6) アスファルト及びその応用: (社)アスファルト同業会

図-6 耐酸性(浸漬材令43日)

