

모르타르의 耐久性에 關한 研究

(第 II 報) 水酸化나트륨에 依한 腐蝕에 關하여

Studies on the Durability of Mortars

Part II : Alkali Corrosions When Exposed to Sodium Hydroxide

高 在 君
Chae Koon Koh

Summary

The experiment was carried out as one of the basic studies to improve the alkali-resistance of cement mortars and it was conducted to investigate some properties of mortars relating to weight losses when exposed to 0.1 N solution of sodium hydroxide.

The experiment and the results obtained are summarized as follows;

1. The specimens used in this experiment were made of 5 centi-meter cubes of mortar having such various ratios of mix by weight as 1:1, 1:3, 1:5, 1:7 and 1:10.

2. Physical tests included compressive strengths at 7 days, 28 days, 3 months, and 6 month, and 5 hour boiling absorption test.

3. In alkali test, every specimen was immersed into 0.1 N solutions of sodium hydroxide. The specimens exposed to the alkali solution were weighed to determine the weight losses of the alkali-corroded at one week interval for 7 week's exposure and the old alkali solutions were also changed to fresh solutions when weighed the weight losses by alkali attack at one week interval.

4. According to the alkali test after 7 week's exposure, no weight losses were observed on ratios of mix 1:1 and 1:3 and slight weight losses occurred on ratios of mix 1:5 and 1:7, but relatively large amount of weight losses were showed by 36.6 per-cent on ratios of mix 1:10. It was also found that the weight losses of the alkali-corroded were extremely lower than those of the acid-corroded at the some concentrations as 0.1 N of solutions.

5. In order to make better quality of alkali-resistant mortar it might recomend that a 1:7 mix or richer mixes, use of small amount of mixing water for water-tight, 20 per cent or less absorption by 5 hour boiling, 1,600 kilogram per cubic meters or denser densities by absolute dry base are available for physical properties of mortar. It could conclude acid-resistant mortars were so high alkali-resistant, that it is expected to make and improve the acid-resistant mortars for getting rid of damages by alkali attack.

I. 緒 言

政府의 經濟開發計劃의 일환으로 土地生産基盤造成과 그 整備事業 등이 활발히 계속 추진되고 있다. 이 事業에서 많은 部分을 차지하고 있는 것이 콘크리트의 水利構造物이므로 이 土木事業이 實效를 거두기 위해서는 耐久의인 콘크리트의 配合設計가 고려되어야 함은 再言할 餘地도 없다. 콘크리트의 耐久性에 있어서 特히 化學的 抵抗力은 酸과 알카리의 作用에 의한 콘크리트의 腐蝕에 對한 抵抗力을 말하는 것이다⁽¹⁾. 酸의 作用에 의한 콘크리트의 蝕腐에 關해서는 이미 著者가 모르타르의 耐久性에 關한 研究 第1報에서 밝힌 바 있어 그 繼續으로 알카리의 作用에 의한 모르타르의 腐蝕을 究明하려고 한다.

콘크리트 중의 시멘트는 濃度가 비교적 높은 黃酸鹽과 炭酸鹽의 化學作用에 의하여 쉽사리 分解된다고 한다. 外國(美國)의 乾燥地方에서는 黃酸鹽 및 炭酸鹽등을 含有하는 土壤 또는 地下水 때문에 콘크리트가 腐蝕한 實例가 적지 않다고 한다. 이것은 普通 alkali의 作用이라고 한다⁽¹⁾⁽²⁾. 우리나라에 있어서 밭에서의 알카리性 土壤의 生成은 鹽基性 岩質

※ 서울大學 農科大學

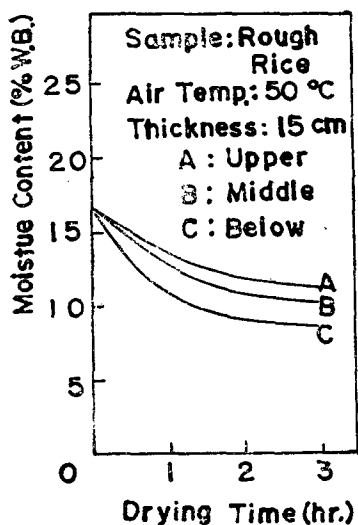


Fig 20. Drying rates of respective layers (rewetted rough rice 50°C).

Table 16. Various Drying Periods to 13.5% Moisture Materials.

Test No.	Inlet temperature	Thick-ness	Drying Period	Initial moisture	Final moisture	Average drying rate	Drying period for 13.5%
	(°C)	(cm)	(hr)	(%)	(%)	(%/hr.)	(hr.)
2	40	5.0	3.0	14.56	11.35	1.07	1.0
6	50	5.0	2.0	18.76	10.67	4.06	1.3
13	40	5.0	4.0	28.43	11.71	4.18	3.57
15	40	10.0	4.0	25.10	11.98	3.28	3.53
17	40	20.0	6.0	28.92	10.98	3.00	5.14
18	50	5.0	2.0	32.39	11.45	10.22	1.80
20	50	10.0	3.0	33.65	10.72	7.64	2.63
22	50	20.0	5.0	33.68	11.62	4.40	4.58

It was found that the higher the temperature and the thinner the layer of samples, the more rapid is average drying rate. About 5.4 hours were required for drying the samples to 13.5% at 40°C 20cm thickness layers and the shortest period was 1.0 to 1.5 hours with thinner layers. Only 1.5 hours were required when the initial moisture content was 25% with the temperature at 50°C and the thickness 20cm.

6. Conclusion

1) Drying efficiency

Although the rate of drying of the lower layer were not greatly affected by different drying conditions, the upper layers were greatly affected. According by increasing the thickness of the sample layers, the air movement per unit sample volume was reduced and the drying rate was slower due to variations or differences in vapor pressure. It has been shown previously that the thickness of the material is an important factor affecting the drying processes.

3) The effect of initial moisture content of samples

This study was conducted with the small batch-type drier.

4) Drying period

The average drying rate was investigated at two temperatures (40°C and 50°C) on different layers of the material of different thickness. The data recorded in Table 26.

The drying period with the large drier was about one half the time required with the small batch drier. About 3 to 4 times more sample was used but the thermal efficiency was lower.

2) Drying state

The drying states of the upper and lower layer with the large drier were not so uniform as with the small drier. Six sacks of rough rice were loaded in the large drier but the operating method must be improved to operate automatically and to save labour and total time for total drying.

인 玄武岩과 石灰岩 特히 石灰岩에 기인한 土壤에서 그 分布가 44%이고, 논에서의 鹽基性 土壤의 生成은 海成沖積土가 다른 土壤에서 보다 그 分布가 많으며 15%에 達하고 있다⁽³⁾. 우리나라의 最近 土性 調查事業報告⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾에 의하면 南韓에서는 全耕作地의 60% 內外가 平均 pH範圍 4.9~5.4이고, 95%가 pH 6.5 以下로서 大部分이 酸性土壤으로 되어 있고 그 分布는 濟州道를 除外하고는 南部로 갈 수록 酸性土壤의 分布가 많다고 한다. 따라서 우리나라에서는 alkali土壤은 全耕作地의 겨우 5% 內外가 되는 셈이며 그 分布는 干拓地帶와 濟州道の 砂丘등⁽⁴⁾ 一部에 分布되고 있다. alkali性 土壤의 生成은⁽⁴⁾ 母質物에 單 의한 것이 아니고 氣候의 影響도 크게 받으며 極 乾燥한 氣候 條件下에서 鹽類化作用에 의하기도 한다. 그러므로 우리나라에서 알카리性 土壤의 分布는

表-1 시멘트 물리적性質

비 중	분말도 (cm ² /gr)	응 결		안전성	인장강도(kg/cm ²)		압축강도(kg/cm ²)		비 고
		시 발 (분)	종 결 (시)		7 일	28 일	7 일	28 일	
3.15	3,407	230	5.60	중 음	26	33	156	258	K.S에 맞임

그리고 잔골재는 漢江에서 產出되는 漢江모래를 粒度調節(#30체를 通過하고 #50체의 殘量分)를 하여 使用하였으며 그 物理的 性質은 表-2와 같다.

表-2 잔골재의 물리적性質

비 중	흡수율 (%)	단위용적중 (kg/m ³)	#200체통과 (%)	조립율	유기물	비고
2.60	1.12	1,534	1.26	1.93	중 음	

供試體의 製作과 그 養生方法⁽²⁾은 KSL 5105에 준하고 그 配合는 重量比로서 表-3과 같다.

表-3 配合 表

구 분 배합비	시멘트 (gr)	잔골재 (gr)	물 (gr)	W/C비	후 로 우 (Flow)값
1:1	4,000	4,000	1,500	0.375	100±5
1:3	2,000	6,000	1,800	0.900	"
1:5	1,500	7,500	1,800	1.200	"
1:7	1,000	7,000	1,650	1.650	—
1:10	1,000	10,000	2,250	2.250	—

鹽基性試驗의 水溶液은 規定濃度 0.1의 水酸化나트륨(NaOH) 溶液을 使用하고 0.1N-NaOH 溶液 1ℓ 를 만드는데 所要되는 물과 水酸化나트륨의 量은 물

南韓보다 北韓地方에 輒 同하게 많다는 것을 推定할 수 있다.

本 實驗은 알카리性 土壤中에서나 또는 알카리 水溶液과 接觸하는 곳에 콘크리트의 構造物이 埋設 또는 設置되었을 때 그 構造物의 耐久性을 改善하기 위하여 콘크리트의 配合設計에 基本資料를 提示하려는 基礎實驗으로서 모르타르의 알카리에 의한 腐蝕과 모르타르의 物理的 性質과의 關係를 究明하고자 企圖하였다.

II. 材料 및 方法

가. 使用材料

이 實驗에서 供試體의 製作에 使用한 시멘트는 國內 某會社製品인 普通모르타르시멘트이고 그 物理的 性質은 表-1과 같다.

1/에 NaOH 4g을 使用하였다.

나. 試驗方法

壓縮強度의 試驗方法⁽²⁾은 KSL 5105에 준하고 材令 7日 28日 3個月 6個月의 各 強度를 測定하였다.

吸水率의 試驗方法⁽⁵⁾은 供試體를 乾燥爐 (Oven)에 넣어 105°C~110°C에서 48時間 건조시킨 후 그 重量을 絶乾重量(W₁)이라고 다시 그 供試體를 90°C~100°C의 水溫에서 5時間 煮沸한 후 冷却시키고 젖은 수건으로 表面의 물기를 닦아내어 그 重量을 飽水重量(W₂)이라 하여 다음 公式로 吸水率을 計算하였다.

$$\text{吸水率}(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

알카리試驗에서는 酸性試驗方法⁽⁹⁾에 준하였다. 알카리에 依한 모르타르의 腐蝕量(減量)을 구하는데 基本重量을 정하기 爲하여 供試體를 常溫水槽에 넣어 거의 一定한 吸水量에 達할 때까지 浸漬시킨 후 (48時間) 表面의 물기를 젖힌 수건으로 닦아 그 重量을 秤量하여 基本重量(W₁)으로 삼았고, 다시 그 供試體를 alkali 水溶液에 浸漬시켜 7日 間隔으로 表面部의 腐蝕을 와이어부락쉬(wire-brush)를 使用하여 除去한 후 다시 溶液에 1時間 浸漬하여 吸液하도록 하여 그 重量을 腐蝕量(W₂)으로 하여 다음 公式에 의하여 減量率을 計算하였다.

$$\text{減量率}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

腐蝕量은 7日 間隔으로 測定하고 同時に 알카리 水溶液도 새로운 溶液으로 바꾸었다. 시멘트의 化學反應은 液溫에도 影響이 大러되어야 하지만 設備의 不備로 定溫維持가 不可能 하였으나 參考로 그 液溫을 每日 數回 一定한 時刻에 測定하여 日平均液溫을 記錄하였다(附錄 參照)

Ⅲ. 結果 및 考察

供試體의 各 配合比에 對한 材令別 壓縮強度의 結果는 表-4와 같다. 配合比 間의 強度差는 特히 1:3과 1:5에서 顯著히 나타나고 또한 材令에 따라 壓縮強度의 變化는 富配合에서는 材令 28日까지 急激히 增加되었으나 1:5 以下の 貧配合에서는 材令 3個月까지 繼續 急激한 增加를 보이고 있어 貧配合에서는 長期養生이 必要하다. 그리고 配合比가 1:5 以下の 貧配合에서는 急激한 壓縮強度의 低下가 생기므로 重要한 構造物에서는 貧配合는 絕對 삼가해야 할 것이다.

表-4 壓縮強度試驗

單位 (kg/cm²)

配合比	재령			
	7 일	28 일	91 일	180 일
1:1	437	563	580	609

表-6

0.1N-NaOH 溶液에서 減量試驗

配合比	감량	주 수	수량							
			0	1	2	3	4	5	6	7
1:1	부식중량(gr)		286.6	286.6	286.6	285.5	236.5	286.5	286.6	286.6
	감량율(%)		—	—	—	—	—	—	—	—
1:3	부식중량(gr)		279.7	280.0	280.0	279.7	279.7	279.5	279.5	279.6
	감량율(%)		—	—	—	—	—	—	—	—
1:5	부식중량(gr)		245.8	244.8	243.5	242.3	241.5	239.0	235.3	237.2
	감량율(%)		0	0.41	0.94	1.42	1.75	2.76	3.05	3.50
1:7	부식중량(gr)		236.8	234.6	232.1	229.4	226.3	225.2	224.7	222.0
	감량율(%)		0	0.93	1.98	3.20	4.44	4.90	5.12	6.26
1:10	부식중량(gr)		231.5	221.9	210.2	199.6	181.0	169.4	160.0	147.5
	감량율(%)		0	4.16	9.22	13.8	21.8	26.8	30.9	36.3

各 測定値는 供試體 3個의 平均値임.

1:3	123	281	327	353
1:5	10	29	45	51
1:7	4	12	25	31
1:10	0	6	12	13

各 測定値는 供試體 3個의 平均値임.

吸水率에 對한 試驗結果는 表-5와 같으며 配合比 間의 吸水率의 變化는 貧配合일 수록 增加하고 있어 이것은 富配合에서는 水密性이 되나 貧配合일 수록 吸濕性임을 알 수 있다.

表-5 吸收率試驗

配合比	구분		흡수율 (%)	비고
	건조중량 W ₁ (gr)	포수중량 W ₂ (gr)		
1:1	256.80	295.32	15.0	5시간 저불한
1:3	249.43	289.03	15.9	흡수율.
1:5	222.30	262.90	18.3	측정치는 공
1:7	203.43	246.03	21.0	시체 3개의 평
1:10	197.50	245.10	24.1	균치임.

alkali試驗에서 腐蝕으로 因한 모르타르의 減量(減量率)은 表-6과 같다.

表-6에서 各 配合比 間의 減量의 變化를 보면 配合比 1:1, 1:3에서도 全然減量이 없고 1:5以下の

貧配合에서 減量이 생겼으나 7週後의 減量은 1:5에서 3.5%, 1:7에서 6.26%에 不過하고 1:10에서는 36.6%로서 相當한 減量을 나타내고 있으며 各週의 減量變化를 圖示하면 그림 1과 같다.

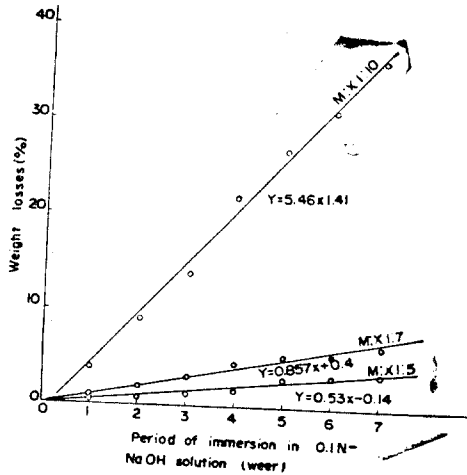


그림 1 浸漬期間과 減量率

0.1N-NaOH의 alkali性 溶液에서 모르타르의 腐蝕은 같은 濃度인 0.1N-HCl의 酸性溶液에서 보다 極히 적으므로 耐酸性⁽⁸⁾ 모르타르의 配合比 1:3 以上の 富配合에서는 耐鹽基性이라는 것을 알 수 있다

以上과 같은 여러가지 試驗結果를 綜合하여 볼 때 모르타르의 耐鹽基性に 미치는 諸要因은 配合比, 吸水率 濃度 및 W/C比 등임을 알 수 있다. 따라서 알카리의 作用에 對해서 抵抗力이 큰 모르타르를 만들기 위해서는 添加劑(Admixture)를 使用하지 않은 限 配合比를 1:7 또는 보다 富配合으로 하고 吸水率(5時間煮沸)은 20% 以下이고 密度는 1600kg/m³ 또는 그 以上이며 W/C比에 있어서 使用水量은 施工軟度を 감안하여 水密性を 크게 할 수 있는 最少量으로 하고 事情이 許諾하는 限 長期間의 濕潤養生이 바람직하다. 여기에 追加하면 콘크리트 또는 모르타르는 알카리鹽類를 含有한 土壤 또는 地下水와 接觸시키기 前에 充分히 空氣中에서 乾燥할 것이며 單일 工場製品일 경우에는 100°C 以上の 水蒸氣養生이 더욱 有效하다. 그리고 重要な 構造物의 基礎等에서는 排水施設을 잘 할 것이며 單일 排水가 不充分할 때에는 防水膜工을 하면 有利하다⁽¹³⁾.

IV. 摘 要

이 實驗은 시멘트모르타르를 0.1N-NaOH의 알카리 溶液에 浸漬시켜 alkali作用에 의한 모르타르의 腐蝕이 모르타르의 物理的 性質에 미치는 영향을 究明

하여 耐鹽基性 모르타르 또는 콘크리트의 配合設計에 기초자료를 提示하고자 企圖하였던 바 이를 要約하면 다음과 같다.

가. 供試體는 5cm立方體의 모르타르로서 그 配合比(重量)는 1:1, 1:3, 1:5, 1:7, 1:10의 5種을 만들어 使用하였다.

나. 供試體의 物理試驗은 材令 7日, 28日, 3個月 6個月의 壓縮強度試驗과 5時間 煮沸의 吸水率試驗을 하였다.

다. 알카리試驗에서는 0.1N-NaOH 溶液을 使用하고 7日間隔으로 減量을 7週間 繼續 測定하였다.

라. 알카리作用에 依한 모르타르의 腐蝕은 配合比 1:1, 1:3에서는 全然 생기지 않았고 1:5와 1:7에서 7週後 各各 3.5%와 6.26%로서 微量이었으나 1:10에서는 36.6%의 相當한 減量率이었다. 그러나 같은 濃度の 鹽酸溶液⁽⁸⁾에서는 같은 浸漬期間(7週間)을 通해서 減量率을 보면 配合比 1:1에서 20.4% 1:3에서 25.1%, 1:5에서 56.8%, 1:7에서 72.2% 그리고 1:10에서 92.0%이므로 알카리의 作用에 의한 모르타르의 腐蝕은 酸의 作用에 의한 腐蝕에 比해서 極히 적다는 것을 알 수 있다.

마. 보다 耐鹽基性 모르타르를 만들기 위하여 配合比를 1:7 또는 더 富配合이고 吸水率은 5時間 煮沸하였을 때 20% 以下 密度는 1600kg/m³以上 그리고 使用水量은 施工軟度を 감안하여 水密性を 높이기 위하여 될수록 少量으로서 더욱 長期養生이 要望되었다.

한편 耐酸性 모르타르의 品質은 耐鹽基性 모르타르가 되므로 콘크리트의 配合設計에서는 耐酸性의 品質을 維持 또는 向上시킴으로써 알카리의 作用에 依한 被害를 免할 수 있다고 본다.

V. 附 錄

附錄 附錄 溶液 濃度 (°C)

일수 주수	附錄 附錄 溶液 濃度 (°C)							평균
	1	2	3	4	5	6	7	
1	14	12	11	11	10	11.5	13	11.8
2	11.5	9	12	11.5	11	11	8	10.6
3	10	12	11	12.5	13	13	13	12.1
4	13	14	13	7.5	8	9	9	10.5
5	11.5	11.5	12	12	12	13.5	13	12.2
6	13.1	14	14	12	13	13.5	14	13.4
7	14	14	13.5	14	14	15	15	14.2

引用文獻

1. Baylis, John R; Corrosion of Concrete. Trans. Amer. Soc of Civil Engrs. Vol 90, 1927 PP. 791—866
2. 韓國工業規格協會, KSL 5105 韓國工業規格 (KS) 1966. PP. 135—38
3. 韓基確, 吳才燮; 우리나라耕作地の 土壤反應(pH)에 關하여, 農事試驗研究報告, 農村振興廳, 7輯1卷 1964, PP. 45—47
4. 愼鏞華, 外 3人; 濟州道概略土壤調查報告, 農村振興廳, 1964, PP. 57—58
5. Han Yeol Ryu; Physical Tests to Measure the Durability of Concrete Drain Tile When Exposed to Acid Waters. Graduate School of University of Minnesota. 1959, P. 46
6. " " " P. 51
7. 洪鵬燾, 李歐衡; 建設材料學, 文運堂, 1963 P. 82
8. 高在君, 劉漢烈; 모르타르의 耐久性에 關한 研究 農工학회지, 第11卷第1號, 1969. PP. 86—97
9. 植物環境研究所, 試驗事業報告書, 1962, P. 15
10. " " " 1963, PP. 207—18
11. U.S Department of the Interior Bureau of Reclamation. Concrete Manual. 6th Denver, Colorado. 1955. PP. 10—11
12. 吉田德次郎; 鐵筋콘크리트設計法, 養賢堂, 1963. PP. 80—1
13. 日本材料試驗協會; 材料試驗便覽, 丸善社, 1957 PP. 750—51

會 告

1) 會 費

毎年 莫重한 事業을 推進하면서도 恒常 會費 納付가 遲延되고 있어 學會 運營에 支障이 많습니다. 會員諸賢께서는 이 點을 널리 惠諒하시어 早速한 時日內에 會費를 自進 納付하여 주시기를 바랍니다. 兼하여 技術書籍에 對한 贊助金 未納會員께서도 早速히 納付하도록 아울러 付託드립니다.

2) 會員加入願

지난 第11卷 1號 配本時 加入願 用紙를 配付하였으나 아직도 加入願이 到着되지 않고 있어 會員名單 整理를 못하고 있어오니 加入願도 빠른 時日內에 提出하여 주십시오. 今年 부터는 個別로 加入願을 提出하여야 합니다.