

Cemesol混和劑가 콘크리트의 壓縮強度와 耐酸性에 미치는 影響에 關한 研究

Effects of Cemesol Admixture on Compressive Strength and Acid-resistance of Concrete

高 在 君 · 黃 慶 九**
Chae Koon Ko* · Kyung Koo Hwang**

Summary

This study was conducted to investigate some effects of Cemesol on acid-resistance and compressive strength of concrete.

In mix design of concrete, the cemesol was used as an admixture of cement, and it was added to the mix in an amount equal to 0.1%, 0.2%, 0.3%, and 0.4% by weight of cement of the mix.

Concrete specimens were made in accordance with the Korean Standard Specification for concrete and they were tested for acid-resistance and compressive strength at 2 weeks intervals through 8 weeks. The tests were performed in two cases non-curing and curing for 28 days.

The results obtained from the tests are summarized as follows.

1. Referring to acid-resistance test, the cemesol was comparatively effective at every cemesol content except 0.3% in case of non-curing and it was found that cemesol content of 0.4% was the optimum. On the other hand, the cemesol was ineffective in case of curing, but it was seen that cemesol content of 0.1% had some effect at 6 to 8 weeks curing only.
2. Referring to compressive strength test, the cemesol was remarkably effective at a content of 0.1% but it was also shown most ineffective at content of 0.3% in case of non-curing. On the other hand the cemesol was comparatively effective at every content of cemesol except a content of 0.2% in case of curing and it was determined that the cemesol content of 0.3% may be an optimum content.
3. Since optimum cemesol content varied according to acid-resistance, compressive strength and cases such as non-curing and curing, as indicated above may be desirable to choose an optimum cemesol content suitable for purposes and circumstances of construction works or conditions of location.

* 서울大學校 農科大學

** 農業振興公社 農工試驗所

4. The corrosive rate was proportional to compressive strength in case of non-curing, but the relation was reversed in case of curing. It was found that corrosive rate for 8 weeks did not influence compressive strength in case of non-curing but compressive strength in case of curing begins to vary under the influence of corrosion. Thus, corrosion may be more serious to compressive strength in case of curing than that in case of non-curing.

I. 結 論

콘크리트는 시멘트가 開發된 以來 建設材料로서 土木·建築工事に 大量으로 使用되고 있으나 그 材質이 完全無缺한 것이 아니기 때문에 그 缺點을 補完하기 위하여 여러가지 方面으로 研究가 進行되고 있는 것이다.

콘크리트의 材質 또는 品質은 配合할때 使用하는 시멘트, 骨材, 물, 등의 量과 質 그리고 施工方法 등 여러가지 要因에 의하여 決定되는데, 先進外國에서는 特히 시멘트混和劑의 開發이 活潑하여 急結劑(早強劑), 耐寒劑, 防水劑, 空氣連行劑(AE劑), fly ash劑, 시멘트分散劑 등이 生産되고 있다¹⁾.

이와 같이, 外國에서는 콘크리트의 材質을 補完, 改善하기 위하여 콘크리트의 使用目的에 따라 適切한 시멘트混和劑의 使用이 一般化되고 있으나 우리나라에서는 아직도 이 方面에 對한 研究가 不振하고 또한 시멘트混和劑의 使用을 敬원하고 있으므로 特殊分野에 限하여 外國에서 高價로 輸入하여 使用하고 있는 實情이다.

그러나, 우리나라에서도 最初로 混和劑의 一種인 시멘트分散劑가 某會社에서 開發되어 "Cemesol"이란 商號로 出現 하였다²⁾. Cemesol을 使用한 콘크리트의 壓縮強度에 對한 試驗成績을 보면³⁾⁴⁾⁵⁾ 外國의 시멘트分散劑인 日製 Pozzolith, Lignal, Maginon 등과 對等한 效果를 나타내었다.

시멘트分散劑의 原理는²⁾⁴⁾¹⁰⁾¹¹⁾ 시멘트에 물이 加해졌을 때 시멘트의 細粒 하나 하나가 完全히 물과 接觸하며 水和作用을 일으키게 하는 것이 理想的이나 實際로는 細粒子들이 凝集되어 完全한 水和가되지 않는다. 分散劑는 이 때의 시멘트粒子를 될수 있는대로 凝集되지 않고 가늘게 分散시키는 作用을 하는 것이다. 이런 結果로서 적은 水量으로 시멘트를 잘 水和시키므로 流動性이 增大되어 다음과 같은 效用을 갖게 된다.

i) 施工軟度和 強度의 向上; 같은 水量으로 普通

의 콘크리트보다 施工軟度가 좋아지고, 따라서 같은 slump에 對해서 水量을 減少시킬 수 있으므로 強度로 增加된다.

ii) AE劑와 같은 作用; 空氣連行作用을 AE劑와 같이 할 수 있으나 AE劑와 같이 強度의 減少는 없다.

iii) 水量이 적어지므로 콘크리트의 收縮이나 龜裂이 적으며 耐久性도 增加된다.

이와 같이, 시멘트混和劑는 콘크리트의 缺點을 補完하고 品質을 改善向上 시키는데 매우 重要한 役割을 하고 있으므로 이 研究는 Cemesol의 壓縮強度와 耐酸性에 對한 效果를 檢討하고 Cemesol의 最適使用含量을 決定하며 그 實用化의 뒷받침을 하고자 企圖하였다.

II. 材料 및 方法

1. 使用材料

가. 시멘트

供試體를 만드는데 使用한 시멘트는 普通포틀랜드시멘트로서 雙龍洋灰會社의 製品을 使用하였다.

나. 骨 材

Table-1. Properties of fine aggregate

Item	specific gravity	absorption (%)	unit weight (kg/m ³)	No 200 sieve passing (%)	soundness	fineness modulus	organic impurity
Result	2.60	1.21	1.541	0.84	—	2.20	good

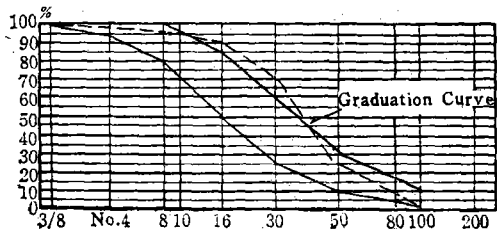


Fig. 1. Gradation curve of fine aggregate

간骨材와 굵은 骨材는 漢江에서 採取한 것으로 各 骨材의 品質과 粒度는 表 1,2 및 그림 1,2와 같다.

Table-2. Properties of coarse aggregate

Item	specific gravity	absorption (%)	unit weight (kg/m ³)	abrasion 100R	Soundness 50OR	fineness modulus	clay lump
Result	2.62	0.74	1.664	6.4	28.6	6.60	good

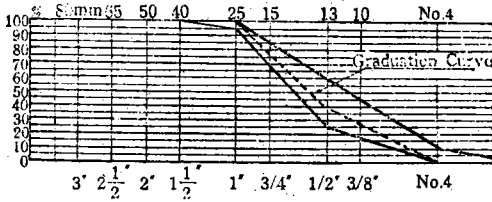


Fig. 2. Gradation Curve of coarse aggregate

다. Cemesol

Cemesol의 性狀과 特性은 다음과 같다.

i) 性狀

外觀은 茶褐色 液狀이며 pH는 7.5±0.5 (1% 溶液)이고 陰이온性 이다.

ii) 特性

Cemesol은 콘크리트內的 起泡性을 주어 空氣量調節, 陰이온系 Polysoap로서 높은 分散力, 使用水量의 減少 및 壓縮強度의 增加 등이다.

라. 試 藥

耐酸性 試驗에서 酸溶液을 만드는데 使用한 化學試藥은 工業用 鹽酸(HCl)이다.

2. 試驗方法

가. 供試體製作

이 實驗에서 使用한 供試體는 直徑 15cm, 높이 30cm의 丹柱形으로 그 製作方法과 養生方法은 KSF 2403에 準하였고 各供試體의 配合設計는 다음과 같은 條件으로 하였으며 그 結果는 表3과 같다.

設計條件: ① 單位시멘트量은 220kg/m³이고 ② 굵은 骨材의 最大치수도 25mm이며 ③ Slump값은 5.5 ±1cm 이다.

Table-3. Specified mix design of concrete

Specimen	cement(C) (kg)	admixture (cemesol) (cc)	water (W) (kg)	W/C(%)	ratio of sand to aggregate s/a(%)	sand(S) (kg)	gravel (G) (kg)	slump(cm)
Plain	220	0	129	59	39	795	1,257	5.5±1
Cemesol 0.1%	"	220	127	58	"	"	"	"
Cemesol 0.2%	"	440	126	57	"	"	"	"
Cemesol 0.3%	"	660	126	57	"	"	"	"
Cemesol 0.4%	"	880	124	56	"	"	"	"

note; Maximum size of coarse aggregate in this mix design of concrete was 25mm.

供試體의 種類(處理)는 表3과 같이 Cemesol을 시멘트重量의 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%를 添加한 5種이며 各 콘크리트 供試體의 壓縮強度와 耐酸試驗은 3反復으로 實施하였다.

나. 耐酸試驗

工事의 種類 또는 工事現場의 경우를 감안하여 供試體를 水中에서 養生하지 않고 脫型후 耐酸溶液에 露出시킨 無養生과, 水中에서 28日 養生시킨 後에 耐酸溶液에 露出시킨 경우 등 2 가지 境遇로 나누어 腐蝕率을 調査하였다.

이 때 鹽酸溶液의 濃度는 0.1N(PH=1)로 調整하여 各供試體를 담근후 PH값의 變化를 調査하여 該

이 2 以內가 되도록 鹽酸을 投入하여 調節하였다. 供試體의 腐蝕率은 2週間隔으로 測定하여 8週間 繼續하였으며 다음 公式에 의하여 腐蝕率을 計算하였다.

$$\text{腐蝕率(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$$

여기서 W₁: 부식前的 飽和重量

W₂: 부식後的 飽和重量

다. 壓縮強度試驗

各 콘크리트의 壓縮強度는 耐酸試驗이 끝나는 供試體에 對하여 實施하였으므로 耐酸試驗에서와 같이 2週間隔으로 8週間에 걸쳐 壓縮強度를 萬能強度試驗機에 의하여 測定하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 腐 率

이 試驗은 鹽酸의 侵蝕作用에 對한 콘크리트의 抵抗性을 測定하는 것으로 8週間 鹽酸溶液(0.1N)에 露出시킨후 各 콘크리트 供試體의 腐蝕現狀은 寫眞 1, 2, 3, 4, 5와 같고 腐蝕率의 測定結果는 表 4, 5와 같으며 이것을 圖示하면 그림 3, 4와 같다.

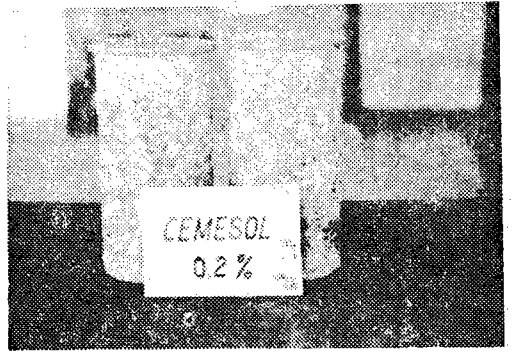


Photo 3. Cemesol content 0.2%

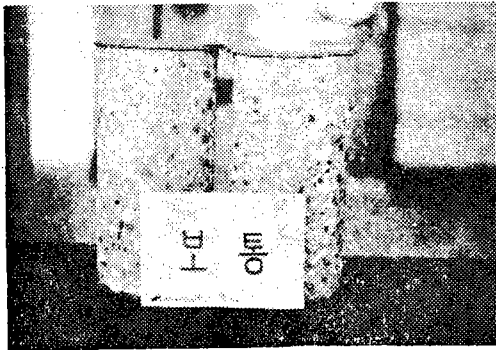


Photo 1. Plain

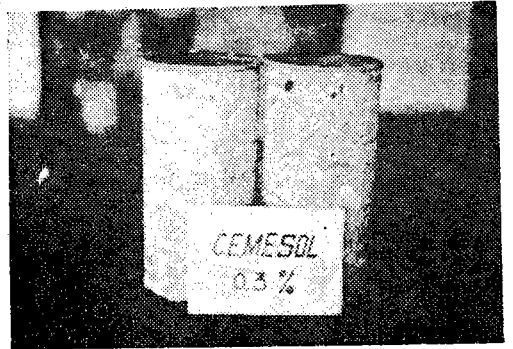


Photo 4. Cemesol content 0.3%

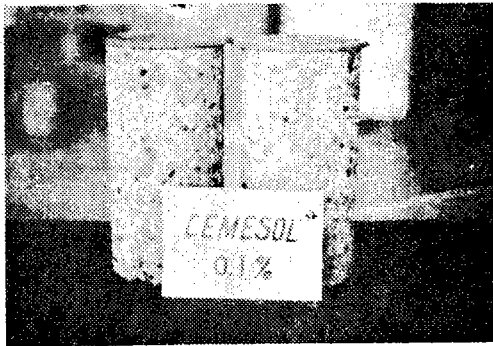


Photo 2. Cemesol content 0.1%

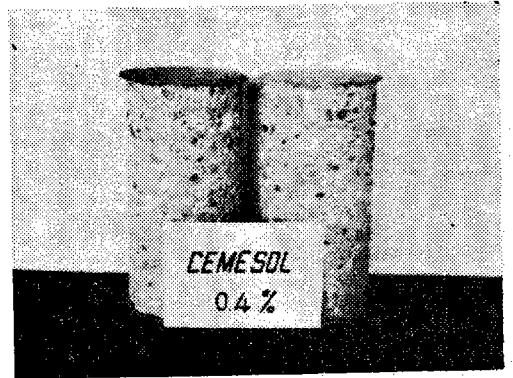


Photo 5. Cemesol Content 0.4%

無養生의 콘크리트에 있어서 Cemesol含量에 따른 腐蝕率을 比較할 때 8週間을 通하여 Cemesol을 使用하지 않은 普通콘크리트에서 各測定週마다 가장 높고 Cemesol含量 0.4%에서 가장 낮았다. 따라서, 콘크리트의 耐酸性에 對한 Cemesol의 効果는 認定되었으며 Cemesol의 最適含量은 0.4%가 됨을 알수 있다.

水中養生한 콘크리트에 있어서 耐酸性에 對한

Cemesol의 効果는 無養生한 콘크리트에서와 달리 Cemesol 含量 0.1%에 있어서 6~8週에서 나타났을뿐 그 밖의 경우에 對해서는 認定할 수 없었다.

그러므로, Cemesol을 使用하여 耐酸性 콘크리트를 만들 때는 無養生과 養生의 경우를 고려하여 各其 最適含量을 選擇하는 것이 바람직 할것이다. 또한, 養生의 경우에도 無養生에서와 같은 耐蝕效果를 얻을 수 있도록 Cemesol의 研究가 繼續되어야 할

Table-4. Corrosive rate of non-curing concrete (unit: %)

Exposure to acid Treatment	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Plain	0.73 } 0.77 } 0.76 0.77 }	1.70 } 1.54 } 1.56 1.45 }	1.80 } 2.08 } 2.03 2.20 }	2.82 } 2.61 } 2.68 2.61 }
Cemesol 0.1%	0.89 } 1.10 } 0.96 1.89 }	1.47 } 1.34 } 1.43 1.47 }	1.88 } 1.79 } 1.79 1.72 }	1.90 } 2.18 } 2.12 2.27 }
Cemesol 0.2%	0.64 } 0.71 } 0.68 0.69 }	1.39 } 1.30 } 1.36 1.39 }	1.47 } 1.64 } 1.58 1.64 }	1.84 } 1.95 } 1.88 1.85 }
Cemesol 0.3%	0.73 } 0.73 } 0.76 0.81 }	1.46 } 1.50 } 1.47 1.44 }	2.08 } 1.70 } 1.94 2.03 }	2.28 } 2.23 } 2.29 2.37 }
Cemesol 0.4%	0.20 } 0.16 } 0.17 0.16 }	0.98 } 0.81 } 0.85 0.77 }	1.10 } 1.21 } 1.18 1.22 }	1.76 } 1.95 } 1.89 1.82 }

Table-5. Corrosive rate of concrete after 28-days curing (unit: %)

exposure to acid treatment	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Plain	0.81 } 0.81 } 0.81 0.81 }	1.77 } 1.69 } 1.67 1.55 }	1.01 } 0.81 } 0.87 0.80 }	0.76 } 0.80 } 0.76 0.73 }
Cemesol 0.1%	1.38 } 1.23 } 1.22 1.06 }	1.95 } 1.89 } 1.84 1.70 }	0.81 } 0.73 } 0.67 0.48 }	0.40 } 0.32 } 0.35 0.32 }
Cemesol 0.2%	1.55 } 1.39 } 1.54 1.70 }	2.29 } 2.29 } 2.21 2.04 }	0.37 } 0.56 } 0.77 1.38 }	0.74 } 0.82 } 0.79 0.82 }
Cemesol 0.3%	0.89 } 0.89 } 0.84 0.73 }	1.95 } 1.92 } 1.83 1.63 }	0.98 } 1.04 } 1.02 1.05 }	1.12 } 0.98 } 0.97 0.81 }
Cemesol 0.4%	1.15 } 1.07 } 1.07 1.06 }	1.71 } 1.79 } 1.79 1.89 }	1.47 } 1.32 } 1.42 1.47 }	0.97 } 0.90 } 1.03 1.22 }

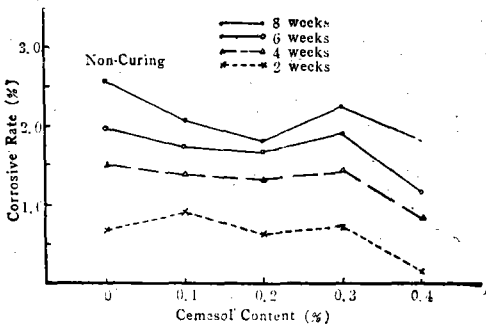


Fig. 3. Relationship between cemesol Content and corrosive rate

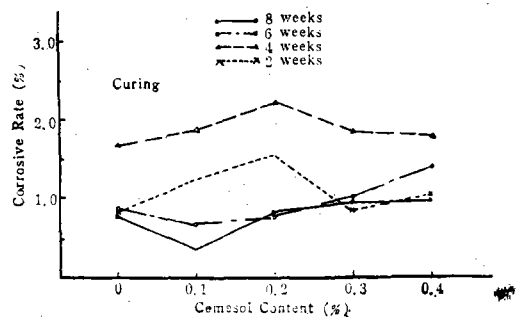


Fig. 4. Relationship between cemesol content and corrosive rate

것 같다.

養生한 콘크리트에 있어서, 2~4週에서 보다 6~8週에서 더 腐蝕率이 적게 나타난 것은 同一한 供試體를 8週間에 걸쳐서 續繼 腐蝕率을 測定하지 않고 各週마다 供試體가 다른것이기 때문이다. 理論上으로는 同一한 配合의 콘크리트供試體라면 同質이어야 하지만 實際에 있어서는 供試體를 製作할 때 溫度, 濕度, 製作上的 誤差, 등으로 差異가 생긴 것이다. 그러나, 이 試驗에서는 耐蝕성에 對한 Cemesol의 適正含量을 究明하는 것이기 때문에 各週마다 Cemesol含量的 變化에 따른 腐蝕率의 變化가 重要할뿐 週間에 따른 腐蝕率의 變化는 別로 問題가 되

지 않는다.

2. 壓縮強度

이 試驗은 콘크리트의 基本的인 性質을 나타내는 壓縮強度를 測定한 것으로 鹽酸의 侵蝕作用에 의한 強度의 變化는 表 6,7과 같고 이것을 圖示하면 그림 5,6과 같다.

無養生의 콘크리트에 있어서 cemesol含量에 따른 壓縮強度를 比較할 때 8週間을 通하여 cemesol含量 0.1%에서 強度에 對한 그 效果가 顯著히 나타나고 이 밖의 含量에 對해서는 그 效果를 認定할 수 없고 含量 0.3%에서는 顯著한 逆效果를 나타내었

Table-6. Compressive strength of non-curing concrete (unit: kg/cm²)

exposure to acid treatment	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Plain	71.0 53.7 } 60.6 57.0	95.0 85.0 } 94.0 103.0	103.0 95.0 } 99.0 94.0	113.0 116.0 } 111.0 105.0
Cemesol 0.1%	79.0 82.0 } 83.0 82.0	108.0 94.0 } 104.0 109.0	95.0 133.0 } 111.0 105.0	127.0 122.0 } 118.0 106.0
Cemesol 0.2%	72.0 62.0 } 65.3 62.0	88.0 102.0 } 93.0 89.0	125.0 92.0 } 111.0 115.0	105.0 96.0 } 107.0 120.0
Cemesol 0.3%	67.0 58.0 } 64.3 68.0	77.0 87.0 } 80.3 77.0	87.0 106.0 } 94.7 91.0	81.0 112.0 } 92.3 84.0
Cemesol 0.4%	71.0 70.7 } 69.7 68.0	54.0 91.0 } 91.0 88.0	113.0 91.0 } 95.3 82.0	102.0 98.0 } 98.0 94.0

Table-7. Compressive strength of concrete after 28-days curing (unit: kg/cm²)

exposure to acid treatment	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Plain	54.0 81.0 } 77.0 95.0	91.0 82.0 } 87.0 81.0	113.0 115.0 } 115.0 117.0	112.0 103.0 } 111.0 119.0
Cemesol 0.1%	87.0 89.0 } 89.0 91.0	94.0 95.0 } 92.0 88.0	113.0 110.0 } 113.0 117.0	123.0 119.0 } 112.0 96.0
Cemesol 0.2%	53.0 65.0 } 60.0 62.0	52.0 58.0 } 62.0 67.0	87.0 82.0 } 85.0 85.0	92.0 105.0 } 94.0 85.0
Cemesol 0.3%	68.0 81.0 } 84.0 87.0	91.0 88.0 } 89.0 88.0	133.0 125.0 } 124.0 126.0	142.0 144.0 } 144.0 143.0
Cemesol 0.4%	82.0 91.0 } 92.0 105.0	99.0 105.0 } 102.0 105.0	109.0 113.0 } 111.0 112.0	117.0 120.0 } 116.0 113.0

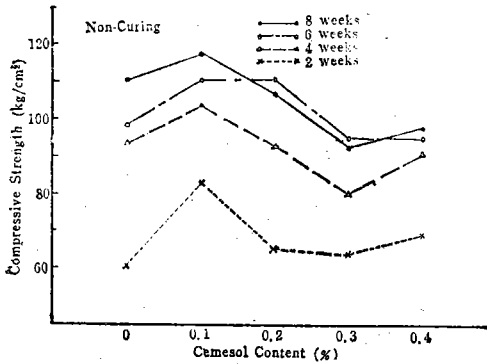


Fig. 5 Relationship between Cemesol content and compressive strength

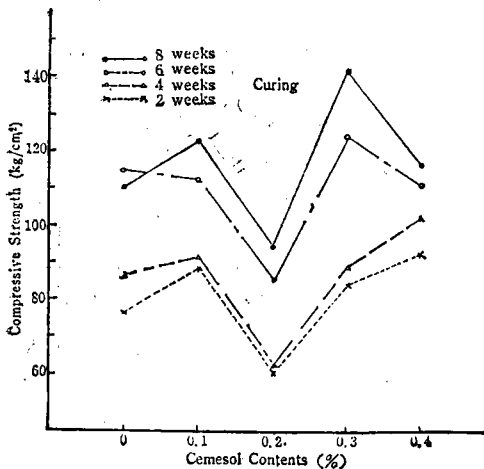


Fig. 6. Relationship between Cemesol content and compressive strength

다. 따라서, 콘크리트의 壓縮強度에 對한 Cemesol의 最適含量은 0.1%가 됨을 알 수 있다.

水中養生한 콘크리트에 있어서 壓縮強度에 對한 Cemesol의 效果는 無養生의 콘크리트에서와 달리 Cemesol含量 0.3%에서 가장 顯著히 나타내고 있으며 이 結果는 Cemesol을 開發한 會社의 試驗成績과 一致되고 있다. 이와 反對로, Cemesol含量이 0.2%에서는 8週間에 걸쳐서 強度에 對하여 逆效를 나타내고 있다. 따라서, 콘크리트의 壓縮強度에 對한 Cemesol의 最適含量은 0.3%가 됨을 알 수 있다.

그러므로 Cemesol을 使用하여 콘크리트의 壓縮強度를 增大시키기 위해서는 無養生과 養生에 따라 各其 Cemesol의 最適含量이 다르므로 콘크리트工事의 事情에 따라 適切한 含量을 選擇하여야 한다.

3. 腐蝕率과 強度와의 關係

콘크리트의 腐蝕이 甚하면 甚할 수록 壓縮強度에 미치는 影響은 크게 되어 마침내 強度의 低下를 招來하게 마련인 것이다.

이 試驗에 있어서 無養生 콘크리트의 경우 耐蝕性에 對한 Cemesol의 最適含量은 0.4%이나 壓縮強度에 對한 最適含量은 0.1%로 되어 兩者間에는 모순된 結果를 나타내고 있다. 따라서, 모든 供試體에 對하여 腐蝕率과 強度와의 關係를 圖示하면 그림 7과 같으며 結局 腐蝕率의 增加에 따라 壓縮強度도 增加하는 回歸直線의 方程式 $y=61.1+21.1x$ 을 얻었다. 이와 같은 事實은 0.1N 鹽酸溶液에 8週間 露出시켰을 때 腐蝕率은 壓縮強度에는 影響을 미치는 限界에 未達되었다는 것을 立證하는 셈이다.

養生한 콘크리트에 있어서 耐蝕性에 對한 Cemesol의 最適含量은 0.1%이나 壓縮強度에 對한 最適含量은 0.3%로 나타나고 있어 兩者間에는 無養生의 경우와 같이 모순된 結果가 되므로 이를 究明하기 위하여 모든 供試體에 對하여 腐蝕率과 強度와의 關係를 圖示하면 그림 8과 같으며 兩者間의 關係式은 $y=145.6-40.6x$ 로 表示되며 腐蝕率의 增加에 따라

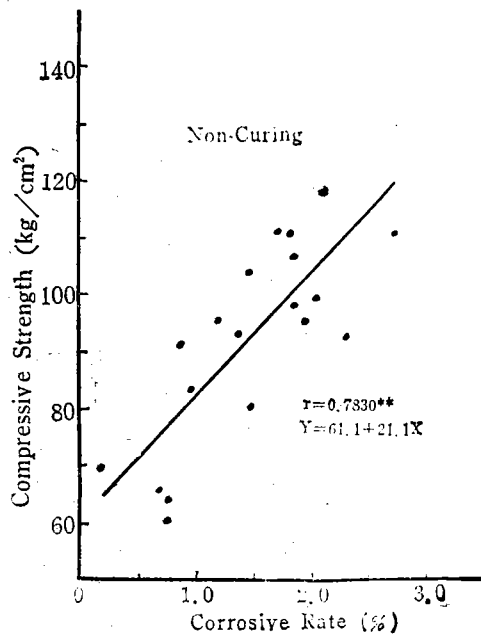


Fig. 7. Relationship between corrosive rate and compressive strength

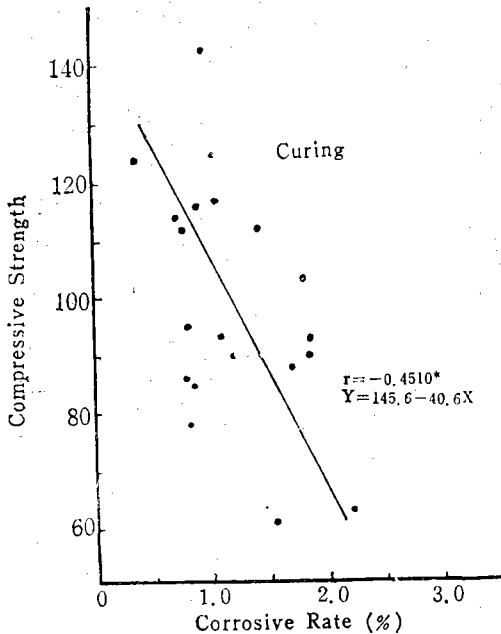


Fig. 8. Relationship between corrosive rate and compressive strength

壓縮強度는 減少하는 傾向을 나타내었다. 이 現狀은 養生한 콘크리트에서는 8週間の 腐蝕率이라도 壓縮強度에 影響을 주고 있다는 것을 意味한다.

따라서, 養生한 콘크리트는 無養生한 콘크리트에 比하여 腐蝕率이 壓縮強度에 주는 影響은 더욱 빨리 나타나게 될을 알 수 있다.

IV. 摘 要

이 研究는 시멘트分散劑인 Cemesol이 콘크리트의

耐酸性과 壓縮強度에 미치는 影響을 究明하기 위하여 Cemesol을 시멘트 重量의 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%의 水準으로 添加하여 配給한 콘크리트에 對하여 無養生과 養生의 두 가지 境遇로 나누어 腐蝕率과 壓縮強度를 各各 2週間隔으로 8週間에 걸쳐 調査하였으며 Cemesol의 最適含量에 對하여 考察한 바 그 結果를 다음과 같이 要約할 수 있다.

1. 耐酸性에 對한 Cemesol의 效果는 無養生콘크리트의 경우, 모든 水準에서 認定되었으며 이 때 Cemesol의 最適含量은 0.4%이고, 養生한 콘크리트의 경우에는 모든 水準에서 別로 效果를 認定할 수 없었으나 그 중에서 最適含量은 0.1%가 되었다

2. 壓縮強度에 對한 Cemesol의 效果는 無養生 콘크리트의 경우 Cemesol含量이 0.1%에서는 認定되었으나 0.3%水準에서는 逆效를 나타내었고, 養生한 콘크리트의 경우에는 無養生의 경우와는 全然 달리 Cemesol의 效果는 0.3%水準에서 顯著히 나타나고 0.2%水準에서는 逆效를 나타내었다.

3. Cemesol이 콘크리트의 耐酸性과 壓縮強度에 對한 效果는 認定될 수 있으나 그 最適含量은 各各 다르며 또한 無養生, 養生에 따라서도 最適含量이 달라지므로 工事의 性質이나 現場條件을 감안하여 最適含量을 選擇하며 使用하는 것이 바람직하다고 생각된다.

4. 壓縮強度와 腐蝕率과의 關係에서는 無養生의 경우에는 腐蝕率이 增加됨에 따라 壓縮強度도 增加하는 傾向을 나타내고 養生의 경우에는 無養生과 相反되는 傾向을 나타내었다. 이와 같은 現象은 無養生의 경우는 8週間の 腐蝕率은 壓縮強度에 影響을 주지 못하나 養生한 콘크리트에서는 8週間の 腐蝕率이 壓縮強度에 影響을 주고 있다고 말할 수 있다.

參 考 文 獻

1. 東南合成工業會社(1973); Cemesol, 시멘트強度增進分散劑, 35.
2. 洪鵬義 李徽衡(1963); 建設材料學, 67~72, 文運堂.
3. 高在君(1971); 混和劑가 콘크리트의 物理的性質과 耐酸性에 미치는 影響에 關한 研究, 韓國農工學會誌 13卷 2號 1~30

4. 飯塚五郎藏 (1957); 建築講座(材料) 81~82 彰國社, 東京
5. 國立建設研究所(1967), 콘크리트 混和材料, 技術覺書 (22), 84
6. 李九鍾 (1967); 콘크리트 混和劑에 對하여, 洋灰工業, 20輯, 44~61
7. 文定淵(1969); 포조란시멘트에 對한 考察, 洋

Cemesol 混和劑가 콘크리트의 壓縮強度와 耐蝕性에 미치는 影響에 關한 研究

灰工業, 20輯, 32~43

8. ポゾリス物産會社 (1954); ポゾリス(セメント分散劑コンクリート減水劑) 15

9. The Master Builder Company (1964); Master Builder's Product for Improving Concrete, 35

10. 伊木貞雄, 後英太郎 (1942); セメント並びにコンクリート化學, 331, 誠文堂, 東京

11. 渡邊, 中村, 鈴川 (1958); セメント技術, 11卷