

NOMOGRAM 과 鉄筋

CONCRETE의 設計 (1)

金澤辰

NOMOGRAM이라 하는 것은 여기 CHART-○○이라고 提示되어 있는 것과 같은 것인데 直線 또는 曲線을 狀대로 하여 各數値에 該當하는 눈금이 그려져 있다. 計算하여야 할 各數値에 맞는 눈금을 찾아서 서로 直線으로 잇는 일이 이 CHART가 가지고 있는 數式을 計算하는 일이 된다. 그러므로 이 圖表를 計算圖表라고도 말한다.

그러면 여기 提示한 CHART-93. 10이란 圖는,

$$p_{ib} = (t_0 - \frac{t_0^2}{2}) \frac{f_c}{f_t} - \frac{t_0^2}{2V} \dots\dots\dots(1)$$

라는 數式을 計算하는데 쓰이는 圖表이며 CHART-53. 10-t는 (鉄筋에 依한 MOMENT 係數)

$$C_t = \frac{p_{ib} (6 - 6t_0 + 2t_0^2 + \frac{t_0^3}{30pt})}{3(2 - t_0)} f_t \dots\dots\dots(2)$$

式을 圖表化한 것이고 CHART-53. 10-c는 數式 (CONCRETE에 依한 MOMENT 係數)

$$C_c = \frac{t_0 (12 - 12t_0 + 4t_0^2 + \sqrt{p_{ib}} \frac{t_0^3}{V})}{12 + 6 \frac{t_0^2}{\sqrt{p_{ib}}}} f_c \dots\dots\dots(3)$$

을 圖表化한 것이다. (1)~(3)式은 第1圖와 같은 鉄筋CONCRETE T形보를 設計할 때 쓰이는 數式인데 여기 提示한 NOMOGRAM을 써서 T形보를 設計하는 方法의 一部例를 提示하여 NOMOGRAM을 利用하면 至極히 簡便하면서도 必要 以上の 正確性이 얻어지므로 所期의 目的은 充分히 達成될 수 있다함을 말하고자 한다. (1)~(3)式中

- f_c = CONCRETE의 許容壓縮應力度
- f_t = 鉄筋의 許容引張應力度
- p_{ib} = 平衡鉄筋比
- $v = 15.0$ = 鉄筋과 CONCRETE의 YOUNG係數比
- $t_0 = \frac{t}{d}$

C_t = 鉄筋引張應力에 依한 T-BEAM의 MOMENT 係數.

第1圖

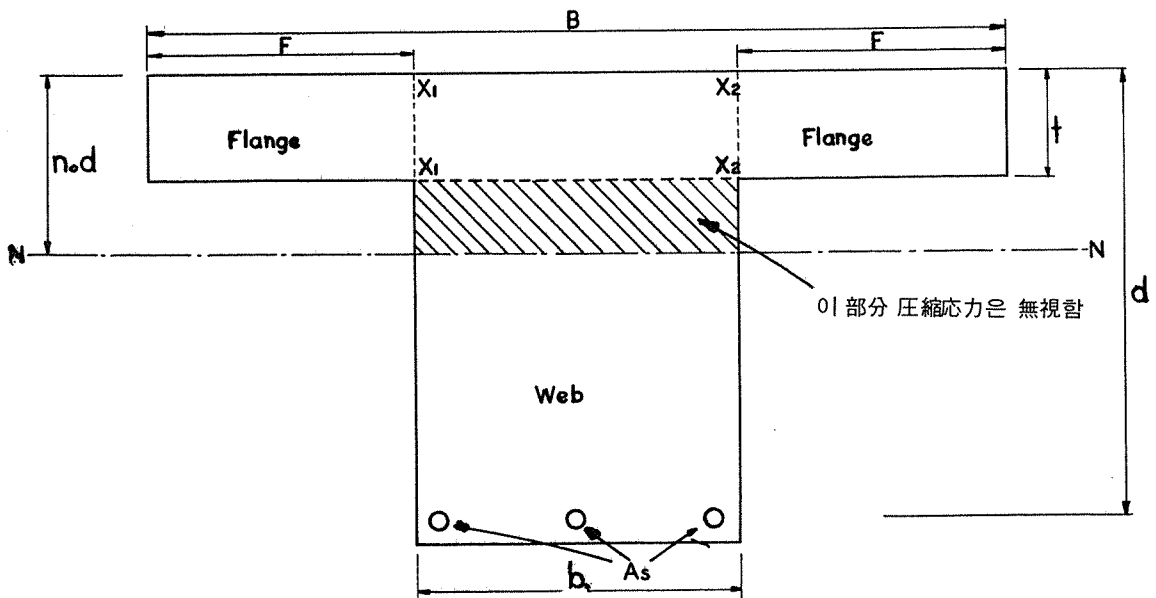
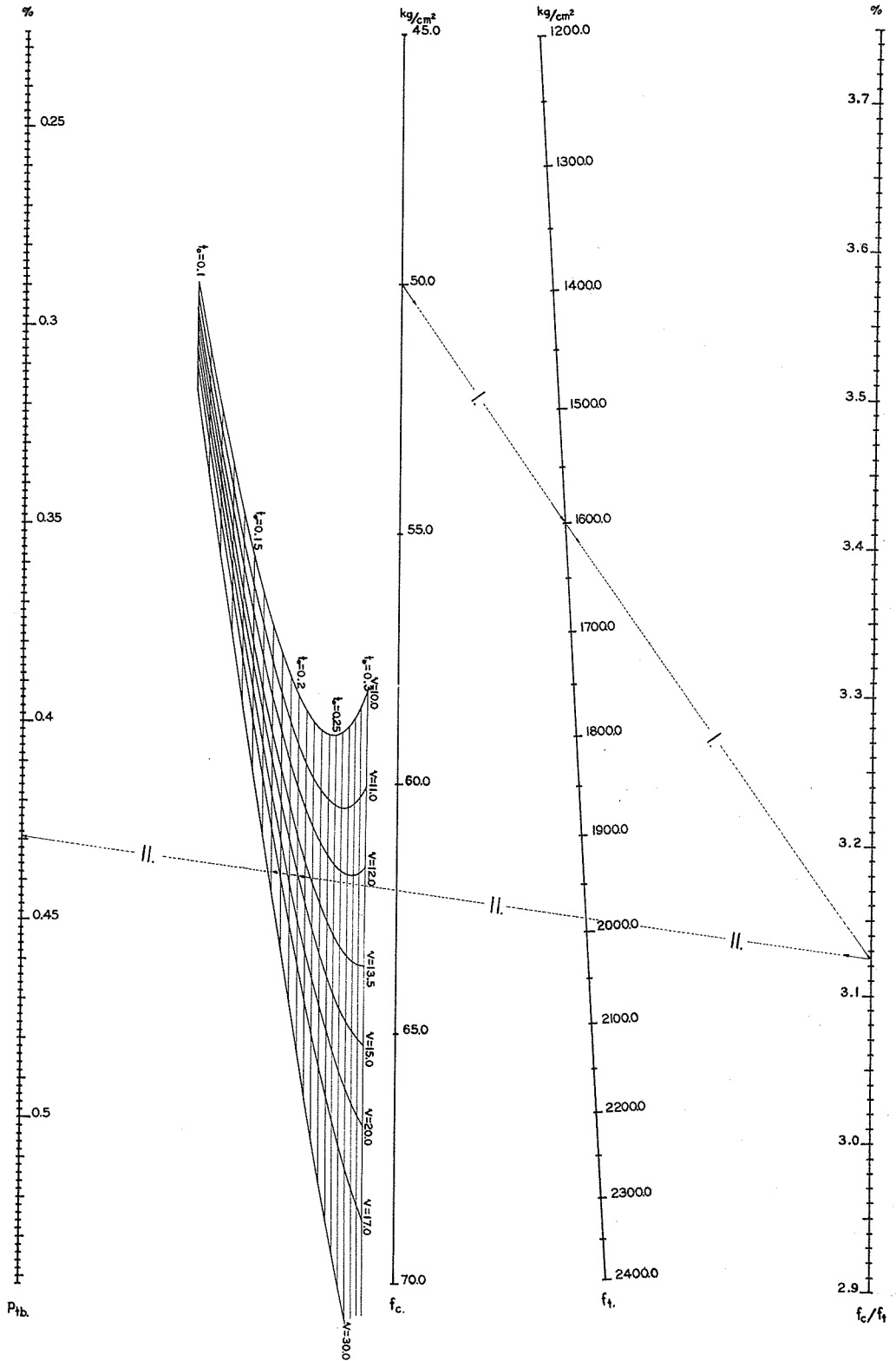
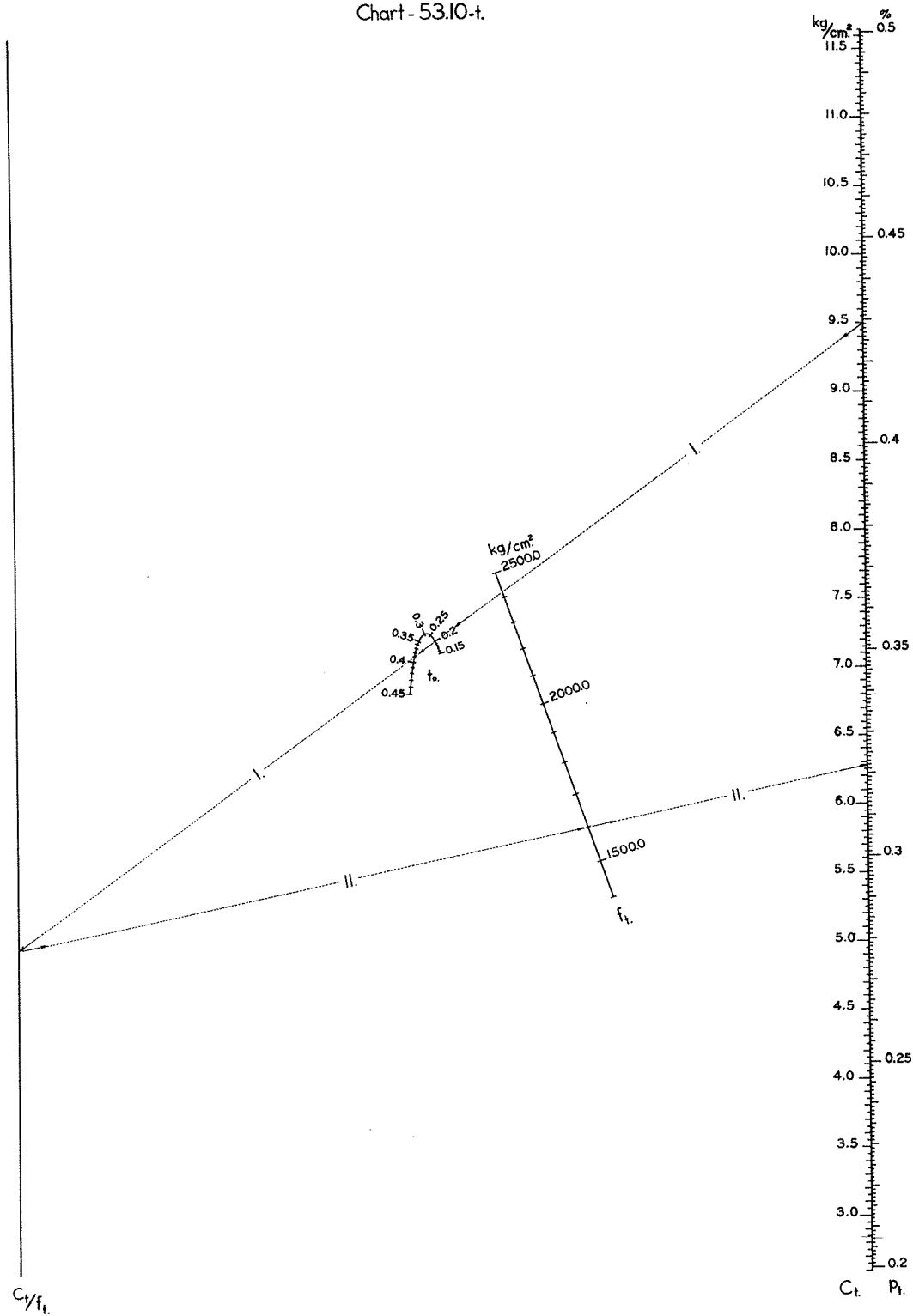


Chart-93.10



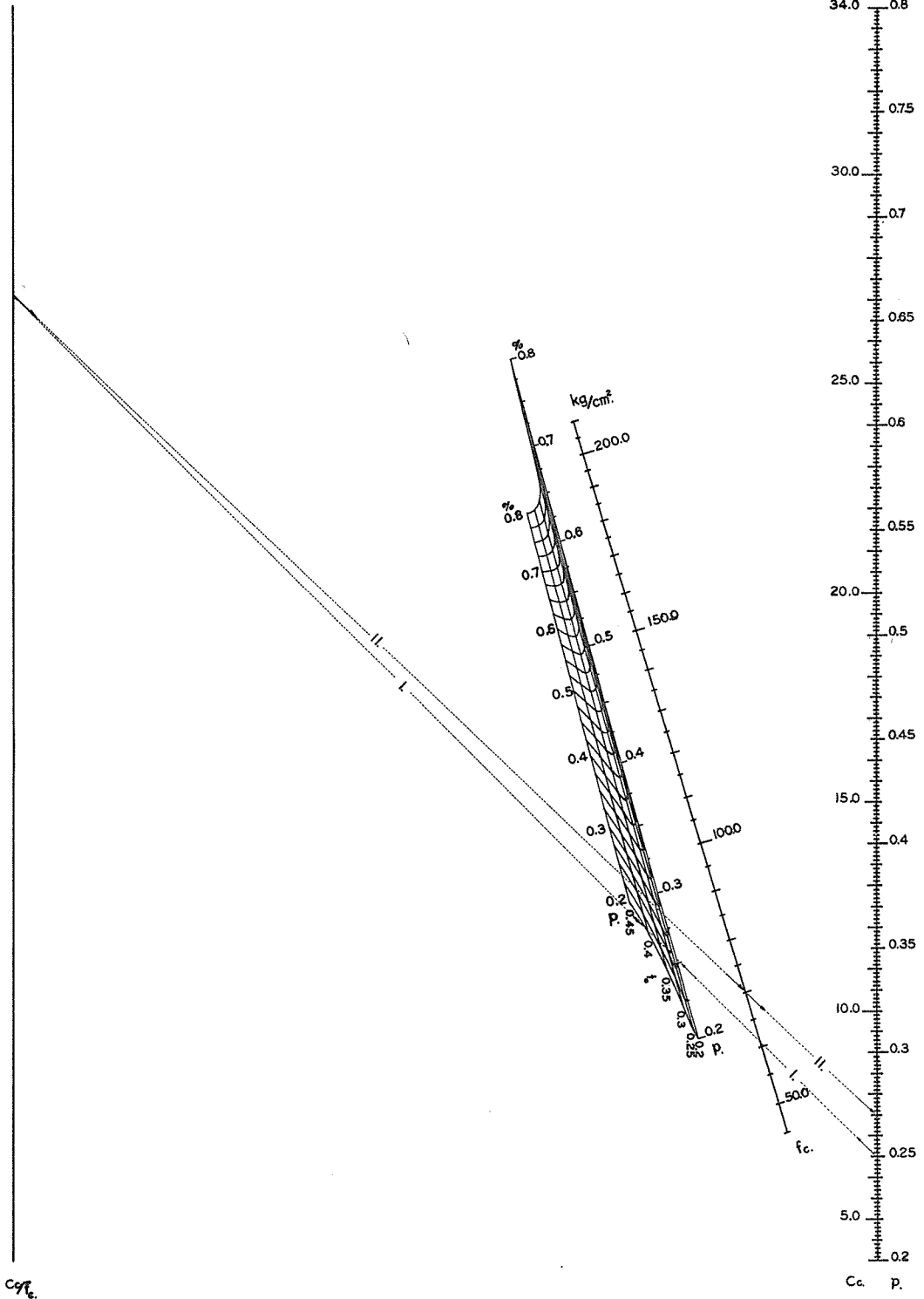
APRIL 17.72

Chart - 53.10-t.



MAY 16.72.

Chart-5310-c.



June 7.72.

C_c =CONCRETE의 壓縮應力에 依한 T-BEAM의 MOMENT 係數.

그러면 計算例로서 第1圖에서 $B=120\text{cm}$, $t=12\text{cm}$, $d=60\text{cm}$, $f_c=50\text{kg/cm}^2$, $f_t=1.600\text{kg/cm}^2$, $M=25.0\text{t.m.}$ 가 주어진 T-BEAM의 경우를 NOMOGRAM에 依하여 計算하여 보겠다.

平衡鉄筋比를 求하기 爲하여

$$t_0 = \frac{t}{d} = \frac{12\text{cm}}{60\text{cm}} = 0.2$$

平衡鉄筋比 p_{ib} 는 CHART-93.10에 依하여 求한 먼저 直線下部에 f_c 란 符號가 써져 있는 갓대줄에서 $f_c=50.0\text{kg/cm}^2$ 이란 눈금을 찾고 약간 斜線으로 된 f_t 란 갓대줄에서 $f_t=1.600\text{kg/cm}^2$ 이란 눈금을 찾아 그 두點을 直線으로 連結하여 그 延長線이 f_c/f_t 란 갓대줄과 만나게 함. (例로서 點線이 그려져 있고 1이란 符號가 그려 있음).

다음 f_c/f_t 線에서 求하여진 點과 NET型 曲線으로 그려어진 $t_0=0.2$ 란 線과 $v=15.0$ 線의 交點을 直線으로 連結하여 (點線 II가 그려져 있음.) p_{ib} 란 線과 만나는 點의 눈금을 찾아 읽으면 0.429란 數值가 읽어진다. 이 數值가 求하는 平衡鉄筋比이다. 正確한 數值計算을 하여 보면 $p_{ib}=0.0042915$ 란 數值가 나오는데 CHART-93.10을 써서 求하여진 數值程度면 우리들이 必要로 하는 數值는 充分히 얻어진 셈이다.

다음 T-BEAM은 中立軸의 位置 M_0 를 求한다.

$$M_0 = \frac{V p_t + \frac{t_0^2}{2}}{V p_t + t_0} = \frac{15.0 \times 0.00429 + \frac{0.2 \times 0.2}{2}}{15.0 \times 0.00429 + 0.2} = 0.319 > t_0 = 0.2$$

이것은 中立軸이 FLANGE部를 벗어나서 WEB部에 位置함을 말하는 것이다.

鉄筋比를 平衡鉄筋比로 定한다고 하면 FLANGE部 CONCRETE에 依한 MOMENT나 鉄筋에 依한 MOMENT나 크기가 같으므로 CHART-53.10-t를 使用하여 鉄筋에 依한 MOMENT를 求한다. CHART-53.10-t p_t 갓대줄上 $p_t=0.00429$ 란 눈금을 찾아 t_0 曲線上 $t_0=0.2$ 란 點과 直線으로 連結하여 그 延長線과 C_t/f_t 線과 만나는 點을 求한다.

다음 求하여진 點과 f_t 線上 $f_t=1,600\text{kg/cm}^2$ 란 點을 直線으로 連結하여 그 延長線이 p_t 線을 共用하고 있는 C_t 線과 만나는 點의 눈금을 읽으면 $C_t=6.28\text{kg/cm}^2$ 이 된다. 이것이 求하는 MOMENT

係數이다. 그리하여 求하는 MOMENT는

$$M = C_b d^2 = 6.28\text{kg/cm}^2 \times 120\text{cm} \times 60\text{cm} \times 60\text{cm} = 2,712,960\text{kg.cm} = 27.1\text{t.m} > 25.0\text{t.m}$$

주어진 MOMENT에는 充分하다.

$$A_s = p_t B d = 0.00429 \times 120\text{cm} \times 60\text{cm} = 30,888\text{cm}^2$$

圓 ϕ 25mm - 7개 이면 充分하다. 그러므로 鉄筋은 2段으로 配置하고 WEB幅 $b=30\text{cm}$ 가 必要하다. 第1圖에 依한 F는 $X_1 - X_1$, $X_2 - X_2$ 線上에서 剪斷力에 견디기 爲하여 (剪斷應力을 許容剪斷力가 가까이 定하였을 경우)

$$F \leq \frac{B}{b} t \text{ 이어야 하므로 }$$

$$F = \frac{B-b}{2} = \frac{120\text{cm} - 30\text{cm}}{2} = 45\text{cm} < \frac{B}{b} t = \frac{120\text{cm}}{30\text{cm}} \times 12 = 48\text{cm}$$

이므로 充分하다.

여러분은 周知하고 계실 問題를 누차 꼬집어 說明하여 未安하나 NOMOGRAM을 使用하는 鉄筋 CONCRETE의 設計過程을 說明하기 爲하여 한 것 이니 寬容있으시기 바랍니다. 그리고 近來 ELECTRONIC COMPUTER를 使用하여 計算하는 일이 많아졌으나 그런 COMPUTER는 現在로서는 個人이 가질 수 없는 것이고 아무라도 쉽게 使用할 수 없는 것이나 이 NOMOGRAM은 쉽게 어떠한 사람이라도 利用할 수 있고 使用이 簡便하면서도 工學上 必要할 程度의 正確性은 充分히 지니고 있는 것이니 그런 面에서 이 NOMOGRAM의 存在價値는 充分한 것이므로 十二分의 利用을 바랍니다. 筆者는 最近 5,6年 동안에 鉄筋 CONCRETE 設計에 必要한 NOMOGRAM을 많이 만들어 놓았고 지금도 繼續만들고 있으니, 必要한 分은 어떤것이 必要한가 筆者에게 連絡하여 주시면 만들어져 있는 것은 PRINT하여 보내어 드릴 수 있고 아직 만들어 져 있지않은 것은 새로이 만들어 보내겠습니다. 그뿐 아니라 자주 쓰이는 數式으로서 NOMOGRAM으로 만들어 쓰고 싶은 것이 있거던 鉄筋 CONCRETE 構造가 아닌 分野의 數式이라도 筆者에게 提示하여 NOMOGRAM製作을 依頼하는 분에게는 NOMOGRAM使用의 普及을 爲하여 可能한 限 만들어 드릴 수 있다함을 여기 添言하여 둡니다. 아무쪼록 NOMOGRAM의 利用에 依하여 많은 時間과 經費節約 있기를 바랍니다.

1972年 6月 15日 釜山에서 씀. (다음號에 계속)

會員 金澤辰建築設計院 代表