

鐵筋混凝土管試驗報告書

討

議

土木學會誌

第一卷第四號

大正四年八月

工學士 茂庭忠次郎

本誌第一卷第二號掲載ノ工學士小野榮作君ノ鐵筋混凝土管ニ關スル論文非常ニ有益ニ拜讀仕候殊更小生ハ去ル四十年以來名古屋市下水道用トシテ鐵筋混凝土管ヲ製作致シ居リ此問題ニ付キテハ常ニ多少ノ研究ヲ試ミ居リ候丈ケ妙味ヲ感スル事モ格別ニ有之候特ニ小野君ノ其研究ヲ卵形管ニ及ホサレタル事及ヒ管ノ變形又ハ疲勞等ニ關シ詳細ナル實驗ヲ施サレタル事ニ就キテハ敬服ノ外ナク多大ノ好參考ト相成申候就テハ一二愚見ヲ述ヘテ更ニ御示教ヲ煩ハシ度存候拜具

(一) 管齡ニ關スル件

混凝土ノ耐伸強及耐壓強ハ其凝結日數ニヨリ多大ノ相違アルカ如ク管ノ強度モ亦管齡ノ長短ト深甚ナル關係ヲ有スルモノナリ小野君ノ實驗セラレタル供試管中ニハ管齡ノ著シク相違スルモノアルニ拘ラス單ニ成績表中ニ其經過日數ヲ記載セシニ止マリ本論ニ於テ一言モ論及セラレサリシハ遺憾ナリ記者ハ嘗テ此件ニツキ實驗シタル事アリ其一ニヲ摘錄シテ參考ニ供ス可シ

1322

内徑 (尺)	配合 (容積)	厚さ (尺)	重量 (重)	凝結日數	荷重 (英噸)		破損 荷重比
					荷重 破裂	崩壞	
2.00	1:2:4	.19	67.500	30	2.0	4.6	2.30
"	"	"	66.100	61	2.4	6.8	2.83
"	"	"	68.500	88	2.0	4.8	2.40
"	"	"	69.400	124	2.3	5.7	2.48
"	"	"	67.900	150	2.5	6.0	2.40
"	"	"	68.000	178	3.3	7.3	2.21
"	"	"	69.600	401	5.0	10.1	2.02
"	"	.27	143.800	34	3.0	11.3	3.77
3.00	"	"	144.100	61	3.8	11.7	3.08
"	"	"	144.000	91	4.0	11.1	2.78
"	"	"	143.500	124	3.5	10.6	3.03
"	"	"	144.300	159	4.8	11.4	2.38
"	"	"	145.500	183	5.0	12.1	2.42

(二) 混凝土ノ用水量ニ關スル件

供試管中圓形管第七號ニ於テ一ハ水量十五%他ハ二十五%ト成績表中ニ記載シアリ之レ混凝土ノ用水量ニ關シ其強度ヲ比較セラレタルモノナル可シ然ルニ本論ニ何等言及ナキハ如何ナル理由ニヤ記者ノ實驗ノ一部ヲ舉クレハ次ノ如シ

内 徑 (尺)	配 合 (容 積)	用 水 量 (砂 利ノ容 積ニ對シ)	厚 さ (尺)	重 量 (貫)	凝 結 日 數	荷 重 (英 噸)	
						荷 重 崩 壞	荷 重 裂 壊
2.75	1:2:4	1/4	.25	118,700	35	2.0	8.1
"	"	1/4	"	117,700	33	2.5	8.1
"	"	1/4	"	120,800	60	4.6	10.9
"	"	1/4	"	116,000	60	3.0	9.3
"	"	1/4	"	116,600	95	2.5	8.3
"	"	1/4	"	119,000	92	2.5	9.0
"	"	1/4	"	119,000	128	3.5	9.6
"	"	1/4	"	115,600	128	2.5	9.1
"	"	1/4	"	117,000	157	3.3	10.4
"	"	1/4	"	116,000	164	2.5	9.6
"	"	1/4	"	117,400	180	4.0	10.5
"	"	1/4	"	118,300	180	3.7	10.0

ニシテ用水ノ多量ナル方幾分カ強度薄弱ナルハ凝結ノ遲緩ナルニ因ルモノト思考ス然ルニ廣井先生ノ工科大学紀要ニ載セラレタル「せめん」と用法實驗報告ニ依レハ七分ノ一以下ノ水量ニ在リテハ強度ノ増進ニ甚タシキ差ナク而モ四ヶ年ノ後ニハ各種共略均一ノ強度ニ達セリト論セラレタリ七分ノ一ヨリ多量ノ場合モ亦多年數ノ後ニハ同様ノ強度ヲ有スルニ至ル可キモノナルヤ否ヤ且ツ廣井先生ノ實驗セラレタル水量ノ單位ニツキ御示教ヲ煩ハシ度シ

(三) 混凝土中ニ在ル鐵筋ノ酸化ニ關スル件

1324

混凝土ヲ以テ被覆セラレタル鐵筋ハ少シモ酸化ノ形跡ナク當初ヨリ存在セシ赤錆モ亦年月ト共ニ消失シテ硅酸鐵石灰及鐵酸かるしゅーむニ變化シ鐵筋ヲ酸化セシムル憂ナシト報告セラレタリ記者モ亦明カニ此現象ヲ認ムルモノニシテ已ニ大氣中ニ放置スルコト六ヶ年ニ達セシモノニ於テモ何等變化ヲ發見セサルハ事實ナリ然レトモ此現象ハ永久ニ持續スルモノナルヤ否ヤ換言スレハ混凝土中ニ在ル鐵筋ハ普通ノ場合ニ於テ酸化スルコトナシト斷シ得可キヤ否ヤ斯道大家ノ御示教ヲ乞ハント欲ス

(四) 應力計算ニ關スル件

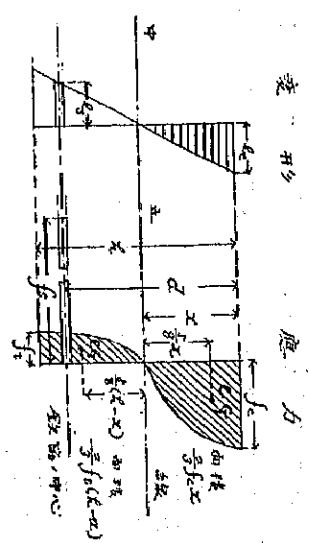
應力計算ニ於テ混凝土ノ抗張力ヲ無視セラレタルモ斯カル實驗的計算ニ當リテ假令抗壓力ニ比シ甚タ微弱ナリトハ云へ罅裂ノ發生迄ハ必ス存在ス可キ抗張力ヲ全然無視スルハ不合理ニ非スヤ特ニ抗張力ノ無視ニ依リ鐵筋ヨリ下部ニ在ル混凝土モ亦無視セラル、カ如キ結果ニ陥リ管ノ如ク其厚サノ大ナラサルモノニ在リテハ其影響決シテ小ナラサルナリ試ミニ小野君ノ計算セラレタル應力ヲ見ルニ二三者ヲ除キテハ罅裂荷重ニ於テ已ニ混凝土ノ抗壓力ハ二千封度以上ニ達スルモノ多ク甚タシキニ至リテハ三千二百封度ニ及フモノアリ鐵筋ノ抗張力ニ於テモ亦同様ニシテ使用セラレタル八番軟鋼鐵線ノ破壞抗張度ハ九萬七百二十封度ナリシト言フニ拘ラス卵形管第六號ニ於テ罅裂荷重ニ於テ已ニ十萬七百封度以上ニ達シ別ニ異狀ナカリシカ如キ普通混凝土ノ抗張力無視ニ基因スル計算ノ錯誤ト言ハサル可ラス尙ホ鐵筋ヲ中央ノ位置ニ挿入セシモノト(圓形管一號三號五號卵形管一號三號五號六號應張力ヲ生スル側ニ移偏セシモノ)圓形管二號四號六號七號卵形管二號四號七號下ニ於テ罅裂荷重ノ大差ナキニ拘ラス計算セル應力ニ於テ著シキ相違ヲ來シタル如キハ此間ノ消息ヲ窺フニ餘リアリト云フヲ得可シ

今試ミニ小野君ノ計算セラレタル二三ノ管ニ付キ混凝土ノ抗張力ヲ罅裂發生迄ハ信賴シ得ルモ

ノトナシ其應力ヲ計算ス可シ應力計算ノ方法ハ記者ノ嘗テ工學會誌第三百二十卷ニ掲載セシモノト大差ナキモ便宜上再録スルコトノナセリ

應力計算ノ方法

便宜上符號ハ成ル丈ケ小野君ト同一ノモノヲ使用セリ今



- f_c = 混凝土ノ受クル單位應力
- f_s = 混凝土ノ受クル單位應張力
- E_c = 混凝土ノ彈性係數
- E_s = 鐵筋ノ彈性係數
- A = 鐵筋ノ總斷面積
- b = 桁ノ幅員

トスレハ此斷面ニ起リタル應力ノ和ハ零ナラサル可ラス故ニ

$$\frac{2}{3}f_c b x - \frac{2}{3}f_s b (h-x) - f_s A = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

又 M ヲ彎曲率トスレハ

$$M = \frac{5}{12}f_c b x^2 + \frac{5}{12}f_s b (h-x)^2 + f_s A (d-x) \quad \dots \dots \dots (2)$$

然ルニ

$$\frac{e_c}{e_s} = \frac{x}{d-x}, \quad E_c = \frac{f_c}{e_c}, \quad E_s = \frac{f_s}{e_s}$$

故ニ

今 $n = \frac{E_s}{E_c}$, $\beta = \frac{f_c}{f_s}$ トシ(3)ヲ(1)ニ代用スレバ

$$\frac{2}{3}lw - \frac{2}{3}\beta b(h-x) - \frac{nA(d-x)}{x} = 0$$

$$f_s = \frac{f_c E_s (d-x)}{E_c x} \dots \dots \dots (3)$$

故ニ

$$x = \frac{2\beta bh - 3nA}{4b(1+\beta)} + \sqrt{\left[\frac{2\beta bh - 3nA}{4b(1+\beta)} \right]^2 + \frac{3nAd}{2b(1+\beta)}} \dots \dots \dots (4)$$

即チ中立線ノ位置ヲ定ムルヲ得タリ故ニ(2)及(3)ヨリ

$$f_c = \frac{M}{\frac{5}{12}lw^2 + \frac{5}{12}\beta b(h-x)^2 + \frac{nA(d-x)^2}{x}} \dots \dots \dots (5)$$

$$f_s = \beta f_c$$

$$f_s = \frac{n(d-x)}{x} f_c$$

然ルニMハ彎曲率ナルヲ以テ其値ヲ(5)ニ入ルレハ直チニ混凝土及鐵筋ノ應力ヲ求ムルヲ得可シ
 報告ニ依レハ供試管ニ使用セラレタル淺野せめんトノ強度ハ配合一、三ノ膠泥ニテ二十八日後ニ
 於ケル抗張強二十八、一班抗壓強二百五十二、二班ナレハ抗壓強ハ抗張強ノ九倍ニ相當セリ故ニ
 $\beta = \frac{1}{9}$, $n = 12$ トシ圓形管第一號乃至六號ニツキ罅裂荷重ニ際シ管ノ破壞ノ因トナリタル管底
 Bニ於ケル彎曲率(小野君ノ計算ヲ其儘使用セリ)ニ依リ混凝土及鐵筋ノ應力ヲ前記ノ方法ニヨリ
 計算セシニ次ノ結果ヲ得タリ

管種	管 内 徑 (尺)	彎 曲 率 (吋封度)	最初ノ破壊荷重ニ對スル管底Bニ於ケル應力 (毎平方吋封度)					
			小野君ノ計算	記者ノ計算	記者ノ計算	記者ノ計算	記者ノ計算	
管 形	管 號	管 號	f_c	f_s	f_c	f_s	f_c	f_s
圓	第一號	2.00	9213.8	64729.2	1524.7	169.4	33192.7	
	第二號	"	1489.8	49572.8	1195.6	132.8	31958.4	
	第三號	"	2263.5	66094.4	1560.8	173.4	33978.6	
	第四號	"	1373.5	46159.6	1140.9	126.8	30496.3	
	第五號	"	2433.1	80481.0	1714.6	190.5	34720.7	
	第六號	"	1930.1	74993.3	1664.1	184.9	42993.7	

以上ノ應力ヲ數字上ヨリ斷スルニ f_c 及 f_s ハ其破壊強度ト相去ルコト尙遠シナルモ f_c ニ至リテハ蓋シ容積ニヨリシ配合一、二、四ノ混凝土ニシテ而カモ工場ニ於テ多數ニ製作セラレタル場合ノ破壊抗張強度トシテ實際アリ得可キ範圍ナリト思ハル記者ノ愛知せめんとテ用キテ行ヒタル實驗ニ依ンハ

配 合	砂 及 砂 利 ノ 品 質		耐 伸 強 (一平方吋ニツキ封度)					
	砂	砂 利	重量ノ比	一 週	四 週	八 週	十三週	廿六週
1:3 (重量)	標準砂			347	429	460	495	527

