

## 混凝土耐壓強度ニ關スル實驗

會員 工學士 永 井 專 三  
准員 工學士 高 橋 逸 夫

### 緒 言

本實驗ハ宇治川電氣株式會社土木技師長永井專三ノ提案ニ基キ大正六年二月ヨリ同七年八月マテ一年六箇月間京都帝國大學工學部土木工學教室ニ於テ同學助教高橋逸夫ノ從事シタルモノニシテ實驗中日比忠彦博士ノ指導ヲ仰キタル點多ク直接實驗ニ要セシ費用ハ之ヲ會社ヨリ支辨セルモノトス  
抑々混凝土ノ耐壓強度試驗タルヤ歐米ニ於テハ十數年前既ニ盛ニ行ハレ我國ニ於テモ亦二三其結果ノ發表セラレタルモノアルモ本實驗ハ供試體ノ寸法稍大ナルトソノ數ノ多キトヲ以テ敢テ陳腐ノ問題タルヲ顧ス茲ニコレヲ記載シ大方諸賢ノ教示ヲ乞ハントス

### 第一節 實驗ノ目的

宇治川電氣株式會社ハ第二期水力發電工事ニ於テ京都府綴喜郡宇治田原村大字高尾ノ河岸ト同府久世郡槇島村大字槇島飛地内ノ河岸トヲ跨キ宇治川本流ヲ横キリテ現在河床上最高九十七尺ノ堰堤ヲ築造セン計畫ナリ此堰堤カ常時若クハ洪水時ニ於テ水壓ニ對シ安固ナルヤ否ヤハ當事者ノミナラス下流ノ沿岸ニ及ホス影響極メテ大ナルヲ以テコノ築造ニ混凝土ヲ使用センカ設計ノ基礎トナルヘキンノ耐壓強度及ヒ其他ノ性質ヲ實驗ニ徴シ決定スルハ蓋シ重要ノコトナリ又一般

ニ混凝土ノ強度ヲ定ムルハ易キカ如クシテ然モ確カナラスサレハ強度ニ關シ概念ヲ得ルハ亦有用ノコトナリト信ス今混凝土ノ強度ニ對シ影響スヘキ主ナル事項ヲ舉クレハ凡ソ次キノ如シ

第一 せめんとノ性質

第二 混凝料(砂碎石或ハ砂利)ノ性質

第三 混凝土ノ單位容積中ニアルせめんとノ量即チ配合比

第四 混凝土ノ密度

第五 混凝土ノ材齡

第六 使用水量ノ多寡及ヒ搗固メノ程度

第七 火山灰混和ノ有無

第八 砂利混凝土ト碎石混凝土トノ差

故ニ本實驗ノ目的ハ諸種ノ供試體ヲ作り其結果ニ據リ以上ノ關係ヲ明カニセントスルニアリ

### 第二節 實驗方法

供試體ノ形狀及ヒ實驗ノ方法ニヨリ混凝土ノ強度ニ大ナル相違ヲ生シ又一般ニ實驗ノ結果ハ實際ノモノニ比シ施工上ノ注意監督一層完全ナル爲メ強度大トナルヘキモノナレハ實驗方法ニ關シテハ特ニ注意ヲ要スヘキモノナリ從ツテ本實驗ハ普國混凝土試驗方法規定ニ準據シ事情ニヨリ多少ノ變更ヲナセリ

#### (一) 供試體ノ種類及ヒ其數

第一種 碎石混凝土

	せめんと	砂	碎石
○ (1)	1	2	4
○ (2)	1	2.5	4

第二種 砂利混凝土

(3)	1	2.5	
○ (4)	1	3	
(5)	1	3	
	せめんと	砂	砂利
(6)	1	2	4
(7)	1	2.5	4
(8)	1	3	5

第三種 火山灰混和碎石混凝土

○ (9)	2/3	1/3	2	4
○ (10)	2/3	1/3	2.5	4
○ (11)	2/3	1/3	3	5
	せめんと	火山灰	砂	碎石

以上ハ我國普通ノ配合法ニ從ヒ容積比ヲ以テ表ハスモノナルモせめんとは其詰込ノ程度ニヨリ同一容積ニ對シ其重量ニ大差アリ即チ

輕ク詰メタル場合 一立(リールとる)ノ重量 一・二〇疋

充分詰メ込ミタル場合 同 上 一・五四疋

ナリ今本邦製せめんと一樽ノ容積ヲ四立方呎ソノ重量ヲ三八〇封度トスル時ハ一立方呎ノ重量ハ九五封度即チ一立ノ重量ハ一・五二疋ナリ故ニ本實驗ニハコノ値ヲ用ヒせめんとノミヲ重量ニテ計量セリ米國ニ於テ一立方呎九四封度ト定ムルニ對シ蓋シ適當ナル値ナリト信ス火山灰モ亦詰込ノ程度ニヨリ重量異ナル即チ

輕ク詰込ミタル場合 一立ノ重量 一・二〇疋

## 充分詰込タル場合

同 上

一・三七班

但シ火山灰混和ニ際シテハ單ニ重量ニテせめんと三分ノ一ヲ火山灰ニテ置キ換フルコトトセリ而シテ他ノ砂碎石等ハ容積ヲ以テ計量セリ

此種實驗ニ對シテ砂、碎石ノ單位容積ニ相當スル重量ヲ豫メ測定シ容積比ニ相當スル重量ニテ混和スルハ實驗ノ結果ヲ一様ナラシムルニ便利ナランモ砂、碎石ニ對シ容積ト重量トノ關係ヲ定ムルコト困難ナリシカハ本實驗ニハ砂、碎石ハ容積ニテ計量スルコトトセリ次ニ供試體ノ數ハ連續シテ作レル三個ヲ一組トシ各種トモ硬練及ヒ軟練ノ兩様ニ分チ材齡四週間、三箇月、六箇月及ヒ一箇年ニ於ケル強度ヲ試驗スルコトトセシ故其數二百六十四個更ニ〇印ノ各種ニ對シ碎石ノ大サヲ異ニセルモノニ就キ材齡四週間ノ強度ヲ見出サントセシカハ其數三十六個合計三百個トス尙上記〇印ノモノニ就キ四週間及ヒ三箇月後ノ強度ヲ先ツ以テ試驗シ工事設計ノ都合上ツノ結果ヲ早ク見出サントセリ

## (二) 使用材料

(イ) せめんと 本實驗ニハ東亞せめんと株式會社製「ぼーとらんど」せめんとヲ使用セリ此せめんとニ付農商務省規定「ぼーとらんど」せめんと試驗方法ニ依リ試驗セル結果ハ第三節ニ述フルカ如シ

(ロ) 碎石及ヒ砂利 碎石ハ堰堤豫定地タル宇治田原村宇治川河岸ヨリ灰黑色ノ硬砂岩 (Graywacke sandstone) ヲ採取シ手割ト爲セルモノニシテ其質堅緻比重二・九ニ有シ材料トシテ最モ良質ノモノナリ而シテ其ノ大サヲ次キノ四種ニ篩別ス

第一種	最大徑	〇・五	—	一・二	吋
第二種	同	一・二	—	一・八	吋
第三種	同	一・八	—	二・五	吋
第四種	同	二・五	—	三・五	吋

一般ノ試験ニハ第一種乃至第三種ヲ等分ニ混和使用シ別ニ四種ヲ等分ニ混シタルモノヲ用ヒテ上記○印ノ配合ニ就キ材齡四週間ノ強度ヲ試験セリ砂利ハ加茂川ヨリ採取セシ普通ノ川砂利ナリコレヲ次キノ二種ニ分チ等分ニ混和スル筈ナリシモ材料供給ノ都合ニヨリ第一種ノミヲ使用セリ蓋シ鐵筋混泥土用トシテ普通ノ大サナリ

第一種 最大徑 〇・三——一・〇吋

第二種 同 一・〇——一・六吋

(ハ) 砂 砂ハ宇治橋下流宇治川河中ノ砂洲ヨリ採取セルモノニシテ主トシテ花崗岩ノ崩壞細粉セシモノナリコレヲ能ク洗滌シ一平方吋ニ四百孔ヲ有スル篩ヲ以テ篩過セシメタルモノニシテ又良質ノ材料タリ

### (三) 供試體ノ大サ及ヒ形狀

供試體ノ大サ及ヒ形狀ノ異ナルニヨリ混泥土ノ強度ニ大ナル相違ヲ生スルハ既ニ他ノ實驗ニヨリ證明セラレタル所ニシテ一般ノニ大ナル試體ハ小ナルモノニ比シ大ナル値ヲ與ヘ形狀ノ扁平ナルモノハ細長ノモノニ比シ著シク大ナル結果ヲ與ヘ立方體ハ大約平均ノ値ヲ與フルモノト謂フヲ以テ本實驗ニハ三十種立方體ヲ採用セリ

### (四) 使用水及ヒ其量

使用水ハ大學特設水道ノ清水ヲ使用セリ使用水量ノ多寡即チ硬練或ハ軟練ニ依リ混泥土ノ強度及ヒ施工上ニ及ホス影響極メテ大ナリ本實驗ノ目的モ主トシテコノ關係ヲ調査セントスルニアリ今諸種ノ實例ヲ參照スルニ混泥土硬軟ノ度ヲ次キノ三種ニ區別スルヲ適當トス

(イ) 硬練 捏リ上ケタル混泥土中ノもるたゝヲ掌ニテ握リテ塊トナシ得ル程度ニ水ヲ加フ或ハ搗固メタル後表面ヲ指頭ニテ押壓スルニヨリテ初メテ水氣ヲ感スル程度ヲ云フ本實驗ニ於テ硬練ト稱スルモノニハ材料總重量ニ對スル七%ノ水ヲ加ヘタリ

(ロ) 中練 硬練ニ比シ凡ソ二五%多量ノ水ヲ使用ス本實驗ニハ之レヲ省略セリ

(ハ) 軟練 硬練ニ比シ凡ソ五〇%多量ノ水ヲ使用ス搗固メヲ爲サンニハ碎石移動シ充分搗固メヲ爲シ能ハス本實驗ニハ總重量ニ對スル一〇%ノ水ヲ使用セリ

使用水量ヲ算出スル方法ハ次ノ例ニヨリ之レヲ示ス

一、二、四混凝土ノ場合供試體一個半ヲ作ルニ要スルせめんと砂及ヒ碎石ノ量

せめんと	11.14 <sup>g</sup>	コレニ相當スル重量	16.93 <sup>g</sup>
砂	22.28 <sup>g</sup>		29.15 <sup>g</sup>
碎石	44.56 <sup>g</sup>		58.10 <sup>g</sup>

而シテ砂ノ内ニハ二%碎石ノ内ニハ一%ノ水分ヲ含ムモノトス

サン

	重量	水分
せめんと	16.93 <sup>g</sup>	0
砂	28.57 <sup>g</sup>	0.57 <sup>g</sup>
碎石	57.52 <sup>g</sup>	0.58 <sup>g</sup>
	103.02 <sup>g</sup>	1.15 <sup>g</sup>

故ニ硬練ニ於テ注加スヘキ水量

$$103.02 \times 0.07 - 1.15 = 6.96 \text{ g}$$

(五) 混和物

混凝土カ密度ヲ増加シ或ハ工費ヲ節減スル目的ヲ以テ現今火山灰、石灰、硅藻土、粘土等ヲ混凝土中ニ混和スルコトアリ而シテ現今知ラレタル事實ハ斯クノ如キ混和物ハ富性混凝土ニハ其效果少クコレニ反シ貧性混凝土ニ於テハせめんとノ不足セル部分ヲコレ等細粉セル混和物ニテ充タスコトニヨリ密度ヲ増加シ又せめんと中ノ遊離石灰ト作用シ強度ヲ大ナラシムル利益アリ又火山灰硅藻土粘土等ハ石灰分乏シケレハコレニ幾分ノ石灰ヲ混和セルモノハ已ニ或ル程度ノ強度

ヲ生スルモノナリト云フ

本實驗ニハ先ツせめんとノ重量ノ三分ノ一ヲ火山灰ニテ置キ換ヘテソノ強度ニ及ホス影響ヲ見出サントス使用セル火山灰ハ日本火山灰株式會社ノ製品ナリ

#### (六) 混捏方法

機械練混凝土ハ手練ノモノニ比シ強度勝ルコトハ多クノ實驗ノ示ス所ナレハ本實驗ニ於テモ始メ足田鐵工所製ぶれード付廻轉式混捏機ヲ使用セシモ其成績面白カラス且ツ混捏機ノ内壁ニせめんと附着シテコレヲ失フコト甚シケレハ中途ヨリ混捏機ハ單ニ乾燥狀態ニ於テせめんと火山灰ト砂トノ混和ノミニ用ヒ餘ハ手練ヲ以テセリ而シテ注水後八回以上切リ返サシメ充分叮嚀ニ混捏セシメタリ

#### (七) 實驗室ノ溫度

供試體製作ノ際ニ於ケル氣中ノ溫度原料及ヒ水ノ溫度、貯藏室ノ溫度等總テ攝氏十乃至二十五ニ保ツコトハ實驗ノ結果ヲ統一スル上ニ必要ノコトナルモ本實驗ハ試體ノ製作ノミニ約一箇年ヲ要スルヲ以テ實驗ノ進行上止ムナク嚴寒ニテ零度酷暑ニテ三十五度ノ場合ニ於テモ連續試驗ヲ行ヘリ然レトモ試體製作中日光或ハ暖爐ヨリノ直射ハコレヲ避ケタリ

#### (八) 供試體ノ製作

硬練混凝土ヲ以テセル試體製作ハ總テ普國混凝土耐壓試驗規定ニ準據シ軟練ニアリテハ搗固メノ數ヲ半減ス(寫眞第一參照)

#### (九) 供試體ノ貯藏法

供試體ヲ模型ニ据置スル期間及ヒ空氣中ニ放置スル時間ノ長短ニヨリ又之レヲ空氣中淡水中或ハ濕砂中ニ貯藏スルカニヨリテ混凝土ノ強度ハ異ナルモノナレトモ本實驗ニ於テハ製作後二日間型入レノ儘トシ然ル時四邊ノ型板ヲ外シもるた一ヲ以テ形態ノ不正ヲ繕ヒ尙一日間周圍ヲ濕布ニテ掩ヒタルマ臺板上ニ放置シ製作後三日ニシテ側面ノ一ツニ

番號、配合比製作月日等ヲ記入シ重量ヲ測リテ濕砂中ニ貯藏スルコトトセリ又砂ハ乾燥セサル様日々散水セリ貯藏ニ先チ重量ヲ測定セシハ實驗前測定セル重量ト比較シ其變化ヲ知ラントセシモ其差異ハ不定ニシテ且ツ未タ充分硬化セサルニ重キ試體ヲ移動セシムル爲メ隅角ヲ缺キ寧ロコレヲ爲ササリシカ可ナリシナリ

### (十) 材齡

材齡ハ四週間三箇月及ヒ一箇年トス而シテ試驗ノ都合ニヨリ前後一日ノ差ハコレヲ許スコトトセリ

### (十一) 試驗機

耐壓試驗機ハ大學土木工學教室備付ノまるてん式五〇〇噸混凝土壓力試驗機ヲ用ヒ又ソノ變形量ヲ測定スル目的ヲ以テ百分ノ一耗讀あめす・だゐあるげトお二個ヲ使用セリ(寫眞第二參照)但シ試體ノ全長ノ變形ヨリシテ混凝土ノ彈性係數ヲ算出スルコトハ全ク失敗ニシテコノ變形量測定ニ關シテハ他ノ方法ヲ以テ目下實驗中ナリ

### (十二) 試驗機上ニ供試體据置キノ方法

濕砂中ヨリ供試體ヲ取り出シ其面ヲ清淨シソノ重量ヲ測定シタル後試體ノ側面ヲ上下トシ機上ニ据へ付クコレ混凝土搗固メノ層ノ方向ニ荷重ヲ加フルコトトナリ實例ト異ナルモ供試體製作ノ際表面ヲ凹凸ナキ様平面トナスコト困難ナレハ側面ヲ上下トセリ或ハ實驗ニ於テハ上下面ニ燒石膏ノ厚サ一糲ヲ塗布シ又ハ吸取紙數葉ヲ敷キテ壓力ヲ一様ニ分布セシメントセリ但シ予ノ他ノ實驗ニヨルニ試體ヲソノ搗固メノ層ノ方向ニ壓スルトコレニ直角ノ方向ニ壓スルトソノ結果ニ於テ大差ナキモノノ如シ

### (十三) 荷重ノ方法

荷重ヲ加フル速度ノ遲速ニヨリ強度ニ多少異ナル結果ヲ生スヘキニヨリ一噸ノ荷重ヲ加フルニ幾秒ヲ以テスヘキカヲ定ムルカ適當ナリシモ本實驗ニハ單ニ壓力ヲ徐々ニ加フルコトトセリ又試體ニ反覆荷重ヲ加へ混凝土ノ所謂彈性變形ト殘留變形トヲ見出サントセリ



(四) 試験ノ記録

試験ニ關スル總テノ事項ハ各號毎ニ一定ノ様式ニ從ヒ詳細ナル記録トセリ

第三節 使用材料ノ性質

(一) せめんとノ化學的成分

せめんと製造會社ニ於ケル分析ノ結果ハ第一表ニ示スカ如シ

第一表 せめんとノ化學分析表

成分	%	成分ノ許容範圍%
不溶解分	0.42	18—26
硅酸 (SiO <sub>2</sub> )	21.35	
酸化鐵 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.47	2—4
礬土 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.06	4—10
石灰 (CaO)	61.49	57—66
苦土 (MgO)	0.87	0—5
無水硫酸(SO <sub>3</sub> )	1.45	0—2
あらかり	—	1—3
灼熱減量	1.89	0—3
和	98.01	

備考	製造月日	大正六年一月十四日
	權諾月日	同 二月十二日
	使用月日	同 二月廿八日

以上示スカ如ク化學的成分ヲ有ス

(二) 火山灰ノ化學的成分及ヒ其物理的性質

日本火山灰株式會社製九州唐津産火山灰ニ付キ農商務省工業試驗所ニ於テ試驗ノ結果ナリト稱スルモノ次キニ示スカ如シ

(イ) 化學的成分 火山灰ノ化學的成分ハ第二表ニ示スカ如シ

第 二 表

成 分	%
硅 酸 (SiO <sub>2</sub> )	30.2
礬 土 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	25.4
第二酸化鐵 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	15.4
石 灰 (CaO)	0.4

(ロ) 粉末試驗 各種篩上ニ殘留セシ殘滓ハ第三表ニ示スカ如シ

第 三 表

篩 目	900/cm <sup>2</sup>	2,500/cm <sup>2</sup>	4,900/cm <sup>2</sup>
殘 滓	0	7.56 %	9.4 %

(ハ) 火山灰石灰もるたノ耐伸強度 火山灰ハソノ含有スル石灰分僅少ナル爲メソレ自身ニテハ全ク凝固セス從ツテ耐伸強ヲ出スコトナケレトモコレニ石灰ヲ混和シ空氣中ニテ硬化セシムル時ハ第四表ニ示スカ如キ強度アリト云フ

第 四 表

番 號	配 合 (重量)		耐 伸 強 度 kg/cm <sup>2</sup>		
	火山灰	石 灰	四週間	二箇月	四箇月
1	1	0	1.85	—	—
2	—	9.156	14.1	17.0	19.9

(三) せめんとノ粉末試験

以下せめんと試験ニ關スル實驗ハ特ニ明記セルモノノ外ハ總テ農商務省規定ニ依ルモノニシテ大正六年七月一日以降ニコレヲ行フソノ粉末試験ノ結果第五表ニ示スカ如シ

第五表

番 號	3	4	5	6
試料	1	1	1	1
900/cm <sup>2</sup> 備上ノ殘滓	0.234	0.469	0.939	1.409
1h	10.3	10.2	11.1	14.1
5h	11.7	10.8	12.9	16.4
10h	10.7	11.0	14.4	19.7

900/cm<sup>2</sup> 備上ノ殘滓

平均 0.18 %

規定 5%以下

現今本邦製せめんとニ於テ粉末ノ程度ハ普通〇・五%以下ニシテ一%ヲ超ユルモノ殆ントナシ

(四) 硬化試験

試験ノ結果ハ第六表ニ示スカ如シ

第六表

種 類	溫度	28°~32°	標準稠度	水量 35%
	種 號	1	凝結ノ始時	凝結ノ終時
純せめんと	1	1h—0m	5h—0m	
	2	1h—10m	5h—30m	

種 類	番 號	凝 結 ノ 時 間	
		凝 結 ノ 始 時	凝 結 ノ 終 時
平均	規 定	1h—5m	5h—15m
		1h—0m	10h—0m
せめんと	3	1h—15m	3h—30m
		1h—50m	4h—0m
火山灰	4	1h—32.5m	3h—45m
		1h—50m	4h—0m

(五) 膨脹性龜裂

供試體八個ヲ作り二十四時間保濕箱中ニ入レ置キ内四個ハ鍋中ニテ六時間沸煮シ他ノ四個ハ二十七日間水中ニ浸シ置キタルニ何等ノ異狀ヲ認メス

(六) もるたーノ耐伸強度

手打法ヲ以テ製作セル供試體ニ付キ試験セル結果第七表ニ示スカ如シ

第 七 表

材 質	強 度		
	一週間	四週間	二箇月
配合	46.25	40.37	40.88
1 : 0	27.86	31.75	36.95
1 : 1	22.38	23.14	29.38
1 : 2	11.78	18.13	18.38
1 : 3	3.43	10.85	7.70
1 : 4	1.67	6.55	5.35
1 : 5			6.40

備 考 強度ハ六個ノ内最大四個ノ平均ナリ

砂ハ宇治川砂ヲ標準砂ノ如ク篩別シ等量ニ混ス

第八表ハ火山灰ヲ混和シタル場合ソノ強度ニ及ホス影響ヲ示ス

第八表

セメント	配合(重量)		砂	材料四週間ニ於ケル強度	
	火山灰	砂		強度 $kg/cm^2$	比
1	0	3	3	15.38	1
0.95	0.05	3	3	16.75	1.13
0.90	0.10	3	3	15.63	1.03
0.80	0.20	3	3	6.08	0.40
0.70	0.30	3	3	9.89	0.65
0.60	0.40	3	3	7.93	0.52
0.50	0.50	3	3	10.00	0.65

又第九表ハ宇治川砂ヲ以テ作レル代用標準砂ト農商務省檢定濟ノ石英標準砂トノ比較ヲ示ス

第九表 1:3 もるたー 但シ機械行

砂ノ種類	材料一週間		材料四週間	
	強度 $kg/cm^2$	比	強度 $kg/cm^2$	比
石英砂	19.25	1	22.63	1
宇治川砂	18.38	0.96	25.50	1.13

(七) もるたーノ耐壓強度

同様試験ノ結果第十表ニ示スカ如シ

第十表

配合(重量)	強度 $kg/cm^2$	
	一週間	四週間
1:1	172.1	212.2
1:1	172.1	132.3

配 合(重 量)	強 度 $kg/cm^2$		
	一 週 間	四 週 間	二 箇 月
1 : 3	109.6	125.3	120.5
1 : 3	56.5	81.0	83.0
1 : 4	14.8	58.0	78.8
1 : 5	32.3	16.3	44.3

備 考 強 度 ハ 試 體 四 個 ノ 内 最 大 三 個 ノ 平 均 ナリ

火 山 灰 混 和 ノ 影 響 ハ 第 十 一 表 ニ シ カ 如 シ

第 十 一 表

配 合	材 驗 四 週 間 = 於 ケ ル 強 度 $kg/cm^2$		
	せ め ん と	火 山 灰	砂
1	0	0	3
0.95	0.05	0.05	3
0.9	0.1	0.1	3
0.8	0.2	0.2	3

又 標 準 砂 ト ノ 比 較 ハ 第 十 二 表 ニ シ カ 如 シ

第 十 二 表 1 : 3 も ち た

砂 ノ 種 類	材 驗 四 週 間 強 度 $kg/cm^2$		比
	石 炭 砂	宇 治 川 砂	
石 炭 砂	40.9	58.0	1
宇 治 川 砂	58.0	1.42	1.42

以 上 も る た 一 ノ 強 度 ニ 關 ス ル 實 驗 ハ ソ ノ 結 果 不 齊 ナ ル ノ ミ ナ ラ ス ソ ノ 耐 壓 強 度 ハ 農 商 務 省 規 定 以 下 ニ ア リ 予 ノ 今 日 マ テ 爲 セ ル 多 ク ノ 實 驗 ニ 於 テ 他 ノ せ め ん と ヲ 以 テ ス ル モ 同 様 ノ 結 果 ヲ 生 シ 實 驗 方 法 ニ 關 シ 困 難 ヲ 感 シ 居 ル ナ リ せ め ん と 製 造

後ノ經過時日使用砂ノ精選使用水量ノ多寡模型ノ検査試験機械ノ檢定試體製作ノ巧拙試體製作後ノ貯藏方法等ニ不備ノ點アラサルカト考ヘ目下種々實驗中ナレトモ兎ニ角もるたノ強度ハ齊一ナル結果ヲ得ルコト困難ナリ

(八) 砂及ヒ碎石ノ比重及ヒ空積

測定ノ結果砂ノ比重二五砂ノ空積ハ四五%但シコレヲ搗固メタル時ハ四〇%トス又碎石ノ比重二九二ソノ空積ハ各種別々ニハ五〇%三種等分ニ混和セルモノハ四五%ナリ

第四節 混凝土ノ耐壓強度

三〇種立方體ナル三百個ノ供試體ニ就キまるてん式壓力試驗機ニヨリ破碎試驗セル結果ハ第十三表(卷尾參照)ニ示スカ如シ 以下混凝土ノ強度ニ關シソノ影響スル所ヲ順次論述セントス

(一) 混凝土中ニ存在スルせめんとノ量

せめんとハ混凝土中ノ凝結材料ナレハ混凝土ノ強度カ主トシテソノ含有量ニ由ルヘキハ明白ノ理ナリト雖今假リニ強度カせめんとノ含有量ニ對シ直線的ニ増加スルモノト假定シせめんと一%當リノ強度ヲ求ムレハ第十四表ニ示スカ如シ

第十四表

配合比	せめんと ト凝結料 トノ比	混凝土ノ單 位容積中ニ 存在スルせ めんとノ量 (%)	材齡四箇月				材齡三箇月				材齡六箇月				材齡一箇年			
			硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	硬 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>	軟 線 強度 1% 當 #/c <sup>2</sup>		
1:2:4	1:6	14.3	262	183	1856	133	2368	201	2232	160	2718	204	2143	150	3604	252	2141	171
1:2.5:4	1:6.5	13.3	2971	178	1358	102	3265	246	1904	143	2461	185	16:6	121	2670	193	1774	133
1:2.5:5	1:7.5	11.8	1315	154	834	71	1864	158	1487	126	2014	171	1805	153	2491	211	1984	166
1:3:5	1:8	11.1	1735	156	1020	92	2222	200	1417	128	2014	181	1169	105	2411	217	2053	185
1:3:6	1:9	10.0	1437	144	782	78	1944	191	1437	144	2232	225	1268	127	2262	226	1894	189
平均			168		95		200		140		193		191		220		169	

即チせめんと一%増加スル毎ニ各材齡ニ應シ異ナレトモ硬練ニアリテハ一六三#<sub>100</sub>乃至二二〇#<sub>100</sub>又軟練ニアリテハ九五#<sub>100</sub>乃至一六五#<sub>100</sub>ノ強度ヲ増進スルヲ示ス然レトモ混凝土ノ強度ハ單ニせめんとノ量ノミニ因ラス碎石及ヒ砂粒ノ性質形狀大サ等及ヒ大小粒配列ノ狀況ニヨルコト大ナリ故ニ若シコレ等カ適當ナランカ少量ノせめんとヲ使用シテ比較的強度大ナル混凝土ヲ得ヘキナリ之レ混凝土研究中使用水量及ヒ施工法ト共ニ重要ナル事項ナリ

(二) 密度

等量ノせめんと及ヒ水ヲ使用シタル時混凝土ノ強度ハ密度大ナル程大ナリト云フハ一般ニ認メラルル事實ナリ密度ハ次式ニヨリ表ハサル

$$\text{密度} = \frac{\text{せめんとと砂及ヒ碎石ノ實積} + \text{混凝土ノ空隙一實積}}{\text{せめんとと砂及ヒ碎石ノ容積} + \text{混凝土ノ容積}}$$

然シナカラ實際混凝土内ノ空隙ヲ測定スルコトハ困難ナリシヲ以テ茲ニハ單ニせめんとハ空隙ナキモノト考ヘ碎石ノ空隙ヲ砂カ充タシ砂ノ空隙ヲせめんとカ充タシ若シ不足ナキ時ハ密度ハ一ナリト假定ス今測定ノ結果碎石ノ空隙ハ凡ソ四五%砂ノ空隙ハ凡ソ四〇%ナリトスサレハ第十五表ニ示スカ如ク一三・五ノ密度ハ〇・九六五、一三・六ノ密度ハ〇・九六八ニシテ其他ハ總テ一トナル而シテ密度小ナレハ強度小ナルヘキニコレテ第十四表一%當強度ヲ見ルニ必スシモ然ラスシテ其結果不定ナリ從ツテ本實驗ニ於テハ密度ノ影響ヲ見出シ能ハサリキ蓋シコノコトハ砂中ニハソノ細サニ於テせめんとト同一若シクハソレ以上ノ微粉混シ居リテ密度ニ對シせめんとト同一作用ヲナス爲メナランカ混凝土ノ密度ハ寧ロ水量ノ多寡及搗固メノ程度ニヨリ差異ヲ生スヘシ

第十五表

配合比	せめんとノ量ヲ100%トセル時砂石ノ空隙%	せめんとノ量	砂ノ量	砂及ヒせめんとノ量	碎石ノ空隙ヲ砂及ヒせめんとカ充ツカタルノ剩餘%	砂ノ空隙%	せめんとカ砂ノ空隙不足ノ%	密度
1 : 2 : 4	180	100	130	220	40	80	20過	1



第 十 六 表

(三) 混 凝 土 中 ニ 存 在 ス ル も る た ー ト 碎 石 ト ノ 割 合

1 : 2.5 : 4	180	100	150	250	70	100	0	1
1 : 2.5 : 5	225	100	150	250	95	100	0	1
1 : 3 : 5	225	100	180	280	65	120	20%	不足 0.265
1 : 3 : 6	270	100	180	280	10	120	20%	不足 0.268

混凝土ハ碎石ヲもるたーヲ以テ凝固セシメタルモノト見做サルヘキニヨリもるたーヲ碎石ノ量ニ對シテ幾何加フルカ適當ナルヤハ理論上もるたーノ量ハ碎石ノ空積ヲ滿タシ且ツ周圍ヲ被覆スルニ足ル程度タルヘシ而シテ能フヘクンハ砂ノ量ヲ減シ富性もるたートシ必要ナル最少量もるたーヲ以テ碎石ヲ完全ニ圍繞スレハ經濟的ニシテ且ツ強キ混凝土ヲ得ヘキ理ナリ然レトモ斯ル最少量ニテハ施工上混凝土ヲ混捏シ之ヲ模型ニ投入スル際もるたーヲ一様ニ碎石ノ空隙ニ分布セシムルコト困難ニシテ若シもるたーカ一局部ニ集マルコトアラハ他ニ不足スル所ヲ生シ等質ノ混凝土ヲ得ルコト難シ今本實驗ノ材齡一箇年硬練混凝土ヲ取りテ考フルニソノ供試體一組三個ニ付もるたーカ碎石ノ空積ヲ充シタル上ノ剩餘ト三個ノ強度ノ不同トヲ對照スレハ第十六表ニ示スカ如クソノ不同ノ最モ少キモノハもるたーノ剩餘六五%ノモノ又次キニ少キモノハ七〇%ノモノナリ故ニもるたーノ量從ツテ砂ノ量稍多キモノカ等質ノ混凝土ヲ得ルニ近シ又一箇ノ供試體ニ付キ考フルモもるたーカ碎石ノ間ニ適當ニ分布セラルルモノハソノ破壞狀況規則正シキモモシ碎石ノミカ一個所ニ集函スル所アレハ先ツココニ最初ノ龜裂ヲ見ル殊ニ軟練砂利混凝土ニ於テハ搗固メノ際砂利カ型ノ底部ニ沈下シ集函スルヲ以テ必スコノ部分ヨリ破碎スルヲ見タリ同一配合ノ混凝土ニシテソノ部分ニヨリテ著シク強度ヲ異ニスルハ混凝土ヲ建築材料トシテ使用スル際ソノ信賴ノ度ヲ減シ從ツテ安全率ヲ大ニ取ル必要ヲ生シ材料ヲ浪費セシムルモノナレハもるたーノ量ハ稍多キヲ可トス

配 合	もろたーカ礫石 ノ空積ヲ充タシ タル上ノ過剩 %	材料一箇年 ノ硬練強度 kg/cm <sup>2</sup>	最高ト最底 トノ差 kg/cm <sup>2</sup>	同上差ノ平均 強度ニ對スル %
1 : 2 : 4	40	386 169.8 225.8 169.8	116.2	45.5
1 : 2.5 : 4	79	194.8 192.2 180.	57.4	31.7
1 : 2.5 : 5	25	99.8 196.8 140.4	91.0	51.9
1 : 3 : 5	65	168.4 171.2 168.4	30.8	13.1
1 : 3 : 6	10	168.4 131.8 150.3	36.6	23.0

(四) 使用水量

混凝土ノ強度ニ對シ使用水量カ重要ナル一要素ヲナスコトハ近時特ニ我國ニ於テ注意ヲ喚起セシ問題ナレトモ歐米諸國ニ於テハ既ニ本問題ニ關シ幾多ノ實驗ヲ重ネ是非ノ論盡キサル所ナリ今ソノ大略ヲ引用センニ硬練ヲ可トスル論者ハ曰ク軟練混凝土ハ搗固ノ際搗棒ヨリ碎石カ逃レテ充分ナル搗固メヲナス能ハス從ツテ密度小ニシテ硬練ニ比シ強度著シク小ナリ時トシテ過剩ノ水ハせめんとニ化學的分解ヲ起サシメれいたんすト稱スル脆弱ナル部分ヲ生シ構造物ニ大ナル危険ヲ與フルコトアリ又軟練ハ材齡ノ初期ニ於テ強度硬練ニ及ハスト雖時日ノ經過ト共ニ漸次ソノ差ハ小トナルト云フ説ハ信スルニ足ラス最後マテ軟練ハ強度ニ於テ硬練ニ及ハス而シテ硬練ヲ以テ厚サ六—八吋ノ層ニ能ク搗固メヲナス時ハ強度大ニシテ安全ナル構造物ヲ得ヘシトコレニ反シ軟練ヲ可トスル論者ハ曰ク硬練ト軟練トノ強度ノ差ハ著シカラス又假令多少コレアルトモ軟練ニ於ケル混捏及ヒ搗固メノ勞力ハ硬練ノ凡ソ三分ノ二ニテ可ナレハコノ施工費ニ於テ利スルタケせめんとシ多量ニ加フル時ハ同一或ハソレ以上ノ強度ニ達スルコトヲ得又硬練ニ於テ水カ小量ニ過グルトキハせめんとハ完全ニ硬化スルコト能ス爲メニ脆弱ナル部分ヲ生スル危険アリ故ニ軟練カ經濟的利益ニシテ且ツ安全ナリ殊ニ鐵

筋混凝土等ニ於テ狹隘ナル部分ニ混凝土ヲ填充スル必要アル時ハ軟練タルヲ要スト而シテ今コレヲ本實驗ノ結果ヲ見ルニ硬練ノ強度ヲ一トシ同一配合ノ軟練ノ強度ヲ小數ニテ表ハス個々ノ値ハ第十三表ニ示スカ如ク又各種混凝土ニ對シ平均値ヲトレハ第十七表ニ示スカ如シ

第 十 七 表

種 類	材齡四箇月	材齡三箇月	材齡六箇月	材齡一箇年
碎 石 混 凝 土	0.57	0.71	0.68	0.76
砂 利 混 凝 土	0.58	0.59	0.56	0.71
火山灰混和碎石強練土	0.65	0.77	0.72	0.71
總 平 均	0.60	0.69	0.66	0.74

即チ軟練ノ強度ハ硬練ニ比シ著シク小ニシテ材齡四週間ニテ六割三箇月ニテ六割九分六箇月ニテ六割六分一箇年ニテ七割四分ニ當ル而シテ材齡ノ増進ト共ニ軟練ノ強度ハ硬練ニ漸次追及接近スルモノノ如シ然レトモ一箇年後ノ追及ノ程度ハ小ナルヘキニヨリ最後ニ於テモ八割ヲ超ユル事ナカラント推定セラル上記六箇月ニ於ケル指數殊ニ小ナルハ本實驗ニ於テ材齡六箇月ノ試體ハ丁度溫度低キ季節ノミヲ經過シタルヲ以テ材齡ノ増進ニヨル強度増加率少ク且ツ軟練カ材齡ト共ニ幾分硬練ニ追及スル割合モ小ナリシニヨルヘシ次ニ火山灰混和混凝土ハ材齡ノ初期ニ於テハ軟練カ硬練ニ比シ強度劣ルコト割合ニ少キモンノ材齡ト共ニ追及スル程度少シ今茲ニ第十三表ヨリ軟練一、二、四ノ強度ト硬練一、三、五ノ強度トヲ比較スルニ殆ント同一値トナル然ルニせめんとノ量ハ前者ニアリテハ總容積ノ一四・三％後者ニアリテハ一一・二％ナリ從ツテソノ差三・一％ハ軟練ナルヲ爲メ無益ニ使用セラルルせめんとナリト考ヘ得換言スレハ軟練ハ硬練ニ比シテ凡ソ二割二分五厘ノせめんとシ損失スルコトトナル又試ミニ軟練混凝土ノ強度ト同一配合ニシテ只せめんとノ三分ノ一ヲ火山灰ニ置キ換ヘタル硬練混凝土ノ強度トヲ比較スルニ第十三表ニ示スカ如ク後者カ著シク大ナルヲ知ルコトヲ以テ見ルニ軟練ハ硬練ニ比シ勢力ニ於テ多少利スル所アルモノヲ以テ強度ノ減少ヲ償ヒ得ルヤ疑問ナリ次ニ過剩

ノ水カ混凝土ノ密度ヲ如何ニ減スルカヲ證センニ本實驗ニ用ヒシ供試體一個ノ容積ハ二七立ナリコレニ假リニ一立ノ過剩ノ水ヲ加フルモノトセハ密度ハ  $\frac{1}{27} \parallel 3007$  減少ス更ニ混凝土中ノ碎石ハ使用水量ト殆ント關係ナキヲ以テもるた一ニ立ノ過剩ノ水ハ  $\frac{1}{31} \parallel 3108$  タケ密度ヲ減スルコトナル

今本實驗ニ定メシ硬練ノ水量即チ總重量ニ對スル七%ヲせめんとノ凝固ニ必要ニシテ且ツ混捏ニ要スル適量トスレハ軟練ノ試體ニ對シテハ一個ニ付キ凡ソ二立多ク加ヘタルヲ以テもるた一ノ密度ハ〇・二四六減シタル事トナル從ツテソノ強度ニ及ホス影響大ナルハ明カナリ

然レトモ硬練混凝土ハ混捏及ヒ搗固メニ多クノ勞力ヲ要シ又稍モスレハ水分不足ノ爲メ脆弱ナル部分ヲ生スルコトハ亦否定シ難キ事實ナリ從ツテ堰堤築造ノ場合ノ如キ塊狀混凝土ニ對シテハ混捏ヲ充分ニシタル硬練ヲ使用シ層ノ厚サモ一呎内外トシテ重キ胴槌ヲ以テ充分搗キ締ムヘシ又鐵筋混凝土構造物ニ對シテハ多少ソノ強度ヲ犠牲ニシテ狹隘ナル個所ニマテ混凝土カ能ク填充セラレ且ツ鐵筋ヲもるた一ニテ充分被覆シ完全ニ附着力ヲ生スル爲メ中練若シクハ水量ノ多過ナラサル軟練ヲ可トスヘシ

### (五) 材齡ト強度トノ關係

材齡ト共ニ其強度ヲ増進スル事ハ混凝土ノ重要ナル特性ノ一ナリ木材鐵ノ如キハ風雨ノ作用ニヨリ歲月ト共ニ漸次腐蝕ヲ受ケソノ強度ヲ減スルニ混凝土ハ何等ソノ害ヲ受ケサルノミナラス却ツテ年ト共ニ其質ヲ改良シ強度ヲ増加スルモノナリ而シテ混凝土ハ製型後幾年間コノ作用ヲ繼續スルカ不明ナルモ恐ラク數年ニ及フヘシ本實驗ハコノ作用ノ顯著ナル最初ノ一箇年ニ渡ルモノニシテソノ材齡ト共ニ強度ノ増進スル狀況ハ圖表ニ示スカ如シ又材齡四週間ニ於ケル強度ヲ一トシ各材齡ニ於ケル強度増加ノ割合ヲ示セハ第十八表ヲ得

第十八表

種類	硬軟ノ別	四箇月	三箇月	六箇月	一箇年
砕石混凝土	D W	1 1	1.28 1.52	1.20 1.45	1.36 1.39
砂利混凝土	D W	1 1	1.31 1.32	1.64 1.58	1.81 2.22
火山灰混凝土	D W	1 1	1.11 1.31	1.10 1.22	1.34 1.36
軟練平均		1	1.24	1.39	1.45
硬練平均		1	1.41	1.42	1.33
總平均		1	1.33	1.36	1.34

上表ニ示スカ如ク材齡四週間ノモノニ對シ強度増加ノ總平均ハ三箇月ニ於テ三割三分六箇月ニ於テ三割六分一箇年ニ於テ六割四分ナリ六箇月ニ於テ比較的増加率少キハコノ供試體ノ製作ハ大正六年八月二十一日ヨリ同年十月廿三日マテ又破壊試験シタルハ七年二月廿一日ヨリ同年四月廿三日マテニシテ供試體ヲ貯藏セシ期間カ恰モ寒冷ナル半箇年ニ相當セシヲ以テ化學作用ノ一般ノ原則ニ基キ混凝土ノ結晶質ニ漸次變化スル作用カ緩漫ナリシニ由ルヘシ又既ニ上述セシカ如ク軟練カ硬練ニ比シテ強度増進率ノ大ナル事ハ上表ニ於テモ亦知ルヲ得ヘシ然レトモ何故軟練カ硬練ニ比シテノ増進率大ナルカハ著者ノ未ダ理解シ能ハサル所ナリト雖或ハせめんとカ凝結セシ後時日ト共ニ漸次結晶質ニ變化スル際結晶水トシテ水ヲ要スルモノナルニ軟練ニアリテハ内部ニ多クノ水分ヲ含有シコレニ都合ヨキ爲メナランカ次ニ火山灰混和凝土ノ材齡ニ因ル強度増加率ハ火山灰ヲ混和セサルモノニ比シテ少ナシコノ理由トシテハ混凝土カ材齡ト共ニ其強度ヲ増進スルハせめんとノ作用ニヨルモノナレハせめんとノ量多キ程コノ作用著シク從ツテせめんとノ三分ノ一ヲ火山灰ニテ置キ換ヘタルモノニ於テハ増進率小ナリト推察セラル又第十八表ニヨルニ砂利混凝土ハ硬軟練共材齡ト共ニ強度ノ増進スル割合他ノモノニ比シ顯著ナリ然レトモコレ何ニ起因スルカ推定シ難シ

尙茲ニ供試體破壞ノ狀況ヲ見ルニ材齡四週間ノモノハ破壞ノ狀況恰モ鉛ノ試體ニ壓力ヲ加フルカ如ク變形量著シク大ナリ然ルニ材齡三箇月ニ及ヒテ破壞ノ狀況恰モ鑄鐵ノ試體ヲ破碎スルカ如ク變形比較的少ク極應力ニ近キ急ニ破碎スルヲ見ル從ツテ材齡四週間ニ於テ猶未タ完全ニ硬化ヲ終ラス強度充分發揮セラレサルヲ示シ鐵筋混凝土構造物等ニアリテハソノ模型支柱ヲ成ルヘク長期間存置スルヲ要スヘキヲ示スモノナリ又第十三表ヲ見ルニ強度カ材齡ト共ニ増加スル割合ハ富性混凝土ニ比シ貧性混凝土カ大ナリコノ理由ハ貧性混凝土ハ四週間ニ於テハ硬化カ完全ナラスシテソノ強度特ニ低キモ材齡ノ加ハルニ從ヒソノ強度漸ク加ハリソノ差著シキカ爲ナルヘシコノ事ハ上述ノ火山灰混和混凝土カせめんと少キ爲メ材齡ト共ニ強度ノ増加スル割合小ナリト云フ推定ト一見一致セサルカ如キモ火山灰ヲ混和セルモノハ火山灰ノ爲メせめんとノ化學的作用ヲ促シ一週間ニ於テ既ニ相當ノ強度ヲ得ルニヨルヘシコノ材齡ト共ニ強度ノ増加スル割合カ貧性混凝土程大ナル事ハ著者カもるたノ強度ニ關シ行ヘル幾多ノ實驗ニ於テ純せめんと、もるたノ強度ハ材齡一週間ニシテ強度ノ全體ヲ發揮シ材齡カ進ミ四週間三箇月六箇月或ハ一箇年トナルモ強度ニ於テ殆ント差異ナシ然ルニ配合ヲ惡シクシ砂ノ量ヲ増加セルもるたノ程一週間ト一箇年トハソノ強度ニ於テ大ナル相違アルコトト一致ス而シテコノ事實ハ配合惡シキ混凝土工程永ク模型中ニ存置セシムヘキ事ヲ示ス

#### (六) 火山灰混和ノ影響

混凝土中ニ火山灰粘土等ノ微粉ヲ混和スルトキハ物理的ニ混凝土ノ密度ヲ増シ又化學的ニコレ等微粉カ水ニ溶解シ膠質トナリせめんとノ化學的反應ヲ盛ナラシメ混凝土ノ強度ヲ増加セシムルモノナリトハ既ニ知ラレタル事實ナリ今如何ナル程度ニ火山灰カ混凝土ノ強度ニ影響シ且ツ經濟的價值アルヤ實驗ノ結果ニ基キココニ之レヲ推論セントス一、二、四、一、二、五、四、一、三、五、混凝土カソノせめんとノ三分ノ一ヲ火山灰ニテ置キ換ヘタルモノニ比シ強度ノ優レル量ヲ舉クレハ第十九表ニ示スカ如シ

強度ノ差 #/cm<sup>2</sup>

(1:2:4)-(3:1:2:4)	437	399	497	557	765	438	815	388
(1:2.5:4)-(3:1:2.5:4)	383	119	994	13	239	11	179	100
(1:3:5)-(3:1:3:5)	126	127	427	99	111	69	397	805

次ニ第十四表ニ於テせめんと一%ニ對スル強度ノ平均値ヲ見出シタリ今コンラ基トシテ火山灰混和混凝土ニ於テソセめんとノ減少ニ基ツク強度ノ減少ヲ算出スレハ第二十表ニ示スカ如シ

第二十表

せめんとノ減少ニヨル強度ノ減少	四週間		三箇月		六箇月		一箇年		
	硬	軟	硬	軟	硬	軟	硬	軟	
3:1:2:4	4.8	282	456	960	672	926	629	1,056	811
3:1:2.5:4	4.4	717	418	830	616	849	576	968	744
3:1:3:5	3.7	603	352	740	518	714	485	814	624

第十九表及ヒ第二十表ヲ比較シテ火山灰混和ノ爲メ増加セル強度及ヒ火山灰一%當リノ強度ハ第二十一表ニ示スカ如シ

第二十一表

火山灰混和ノ影響 #/cm <sup>2</sup>	火山灰ノ量 %	四週間		三箇月		六箇月		一箇年									
		硬 1% 當リ	軟 1% 當リ	硬 1% 當リ	軟 1% 當リ	硬 1% 當リ	軟 1% 當リ	硬 1% 當リ	軟 1% 當リ								
3:1:2:4	4.8	345	72	57	12	483	96	115	24	161	34	191	40	241	50	423	88
3:1:2.5:4	4.4	334	76	537	122	114	26	619	441	612	139	577	131	869	202	844	192
3:1:3:5	3.7	477	129	225	61	313	85	419	113	603	163	554	150	417	113	181	32
平均			92	65	52	93	142	407	122	88							

故ニ或ル程度マテ火山灰ヲせめんとニ混用スル時ハせめんとノ二分ノ一乃至四分ノ一ノ效果アル事ヲ示ス又第十九表ニ

ホスカ如ク火山灰ヲ混和セサルモノト混和セルモノトノ差カ富性混凝土ニ於テ大ニシテ貧性混凝土ニ於テ小ナル事ハ火山灰ノ效果カ貧性混凝土ニ於テ一層大ナル事ヲ示ス

次ニ火山灰混和ノ經濟的價值ヲ考フルニ各種配合ノ混凝土ニ要スル各材料ノ數量ヲ出シコレニせめんと一樽(四立方尺入)ノ價八・五〇圓火山灰一呎(二七立方尺入)ノ價一・五〇圓砂一立坪ノ價一・八〇〇圓碎石一立坪ノ價一・五〇〇圓ヲ乘シ又混凝土ノ混捏運搬及ヒ搗固メ等ニ要スル費用ヲ一立坪當リ五・〇〇圓トシテ混凝土一立坪ノ價ヲ算出シ且ツ實驗ノ結果ヨリ工費一圓ニ對スル硬練混凝土ノ強度ヲ求ムレハ第二十二表ニ示スカ如シ

第 二 十 二 表

配 合	混凝土一立坪ニ要スル材料			混凝土一立坪ニ要スル工費	一立坪ニ付工費一圓當リノ硬練混凝土ノ強度				
	せめんと 樽	火山灰 呎	砂 立坪		碎石 立坪	四箇月	三箇月	六箇月	
1:2:4	13.5	—	0.50	1.03	145.25	18	21	20	23
1:2.5:4	12.6	—	0.58	0.93	137.45	17	21	18	19
1:3:5	10.5	—	0.58	0.97	120.41	16	18	18	20
3:3:2:4	9.0	7.8	0.50	1.00	118.70	18	21	18	23
3:3:2.5:4	8.4	7.3	0.58	0.93	112.79	17	20	20	21
3:3:3:5	7.0	6.1	0.58	0.97	99.81	16	18	19	21

上表ヲ見ルニ上記ノ如キ市價ニ於テハ火山灰ヲ混和スルモセサルモ經濟的差違ナキカ如シ

然シナカラコノ關係ハ材料ノ市價ニヨリ異ナル結果ヲ生スヘシ

(七) 碎石混凝土ト砂利混凝土トノ比較

佛國多ト・かんどろー氏 (E. Candlot) ハ實驗ノ結果四〇%ノ空積ヲ有スル砂利ト四七四%ノ空積ヲ有スル碎石トヲ用ヒテ混凝土ノ強度ヲ比較セシニ碎石混凝土ノ強度カ材齡一箇月及ヒ六箇月ニ於テ二〇%材齡一箇年ニ於テ一〇%タケ砂



利混凝土ニ比シ強度ノ大ナルコトヲ證明セリ

又米國ビー・ふらー氏 (B. Fuller) 及ヒユー・とんぶそん氏 (E. Thompson) ノ實驗ニヨレハ碎石混凝土ハ大小粒ノ配列狀況ヲ適當ニスレハ同様ノ狀況ニアル砂利混凝土ニ比シテ假令密度小ナリト雖モもるたト碎石トノ附着力強キニ由リテ強度大ナルコトヲ證シタリ今本實驗ノ結果ニヨリ砂利混凝土ノ強度ヲ一トシテ碎石混凝土ノ強度ヲ舉ゲレハ第二十三表ニ示スカ如シ

第 二 十 三 表

配 合	四週月		三箇月		六箇月		一箇年	
	硬	軟	硬	軟	硬	軟	硬	軟
1 : 2 : 4	1.34	1.67	1.09	1.57	0.99	1.20	1.06	0.92
1 : 2.5 : 4	1.44	1.40	1.60	1.37	0.81	0.96	0.84	0.94
1 : 3 : 5	1.32	1.31	1.26	1.49	0.98	1.06	1.00	1.14
平均	1.37	1.44	1.32	1.48	0.93	1.07	0.97	1.00
平均	1.41		1.40		1.00		0.99	

上表ノ示ス所ニヨレハ碎石混凝土ノ強度ハ砂利混凝土ニ比シ材齡四週月ニ於テ四一%三箇月ニ於テ四〇%大ナリ六箇月ニシテ同一ニシテ一箇年ニ於テ一%小トナル從ツテ砂利混凝土ハ材齡ノ初メニ於テハ碎石混凝土ニ比シ強度小ナリト雖材齡六箇月及ヒ一箇年ニ於テハ殆ント同一トナルコレヲ以テ我國ノ如ク普通砂利ノ採取容易ナル所ニアリテハ精撰セル砂利ヲ使用スルカ安價ニシテ強度モ亦碎石ニ比シ少カラサルコトヲ示ス但シ砂利ノ使用ニ際シテハンノ表面カ汚物ニヨリテ覆ハレサル様充分洗淨スヘキナリ尙砂利ハ碎石ニ比シ價格小ニシテ且ツ同一容積ニ對スル實積大ナリ從ツテコレニ於テ利スルタケ多量ニせめんとテ使用スレハ砂利混凝土カ強度大ナルハ明カナリ

八) 碎石ノ大サカ混凝土ノ強度ニ及ボス影響

ふらー氏及ヒとんぶそん氏ハ實驗ノ結果次ノ結論ヲナセリ即チ「大ナル碎石或ハ砂利ヲ用フレハ壓力及彎曲ニ對シ強キ

混 凝 土 ヲ 得 即 碎 石 及 ヒ 砂 ノ 大 サ ト ソ ノ 量 ト 適 當 ニ 配 列 混 和 シ タ ル 最 大 ノ 大 サ 二・五 吋 ヲ 有 ス ル モ ノ ハ 同 シ ク 一 吋 ヲ 有 ス ル モ ノ ヨ リ 強 ク 又 コ ノ モ ノ ハ 〇・五 吋 ヲ 最 大 ト ス ル モ ノ ヨ リ 強 シ 二・五 吋 ヲ 最 大 ト ス ル モ ノ ト 同 一 ノ 強 度 ヲ 得 ル 爲 ニ ハ 一 吋 ヲ 最 大 ト ス ル モ ノ ニ ア リ テ ハ 六 分 ノ 一 又 〇・五 吋 ヲ 最 大 ト ス ル モ ノ ニ ア リ テ ハ 三 分 ノ 一 タ ケ 多 量 ノ せ め ん と 混 和 ス ル ヲ 要 ス 下 謂 ヒ テ コ ノ 實 驗 ニ 於 テ ハ 混 凝 料 ノ 大 サ ヲ 横 距 ト シ ソ ノ 量 ヲ 縦 距 ト セ ル 曲 線 カ 拋 物 線 ニ 近 キ 様 ニ 配 合 セ ラ レ タ リ 而 シ テ 著 者 ノ 實 驗 ニ 於 テ ハ 碎 石 ノ 大 サ ヲ 〇・五 — 一・二 吋、一・二 — 一・八 吋、一・八 — 二・五 吋、二・五 — 三・五 吋 ノ 四 種 ニ 區 別 シ 始 メ ノ 三 種 ヲ 等 分 ニ 混 和 シ タ ル モ ノ ト 四 種 ヲ 等 分 ニ 混 和 シ タ ル モ ノ ト 使 用 シ テ 材 齡 四 週 間 ニ 於 ケ ル 強 度 ヲ 比 較 シ タ ル ニ 第 十 三 表 ニ 示 ス カ 如 ク 後 者 ハ 前 者 ノ 九 割 四 分 ニ 相 當 セ リ 即 チ 夫 一 氏 等 ノ 實 驗 ト 反 對 ノ 結 果 ヲ 得 タ リ 而 シ テ 本 實 驗 ニ 於 テ ハ 砂 碎 石 ノ 大 サ ノ 配 列 ニ 付 キ テ ハ 充 分 ノ 考 慮 ヲ ナ サ ス 又 材 齡 モ 單 ニ 四 週 間 ニ 對 ス ル モ ノ ノ ミ ナ レ ハ 確 乎 タ ル 斷 定 ヲ ナ ス コ ト 難 キ モ 強 度 ニ 於 テ ハ 兩 者 大 差 ナ キ カ 如 シ 故 ニ 碎 石 ノ 大 サ ハ 構 造 物 ノ 種 類 ソ ノ 厚 サ 及 ヒ 大 サ ニ 應 シ 適 當 ニ 定 ム ヘ キ モ ノ ト 考 ヘ ラ ル

### (九) 混 凝 土 ノ 耐 壓 強 度 ト も る た 一 ノ 耐 伸 強 度 ト ノ 關 係

も る た 一 ノ 耐 伸 強 度 強 キ モ ノ ハ コ レ ヲ 以 テ 組 織 ス ル 混 凝 土 ノ 耐 壓 強 度 ノ 強 キ コ ト ハ 明 白 ノ 理 ナ リ ト 雖 今 コ ノ 關 係 ヲ 試 驗 ノ 結 果 ニ 徴 セ ン

混 凝 土 ノ 供 試 體 ヲ 作 ル ニ 際 シ ソ ノ 殘 餘 ヨ リ も る た 一 ヲ 取 リ せ め ん と 試 驗 法 ニ 普 通 用 フ ル 耐 伸 耐 壓 供 試 體 ヲ 作 リ 混 凝 土 ト も る た 一 ト ノ 強 度 ノ 關 係 ヲ 比 較 ス ル ハ 有 益 ナ ル 結 果 ヲ 得 タ リ シ ナ ラ ン モ 本 實 驗 ノ 始 メ ニ ハ コ レ ニ 心 附 カ ス 中 途 ヨ リ 只 も る た 一 ノ 耐 伸 供 試 體 ノ ミ ヲ 作 レ リ 今 ソ ノ 結 果 ノ 存 在 ス ル モ ノ ニ 付 キ テ 耐 壓 強 度 ト 耐 伸 強 度 ト ヲ 比 較 ス ル ニ 第 二 十 四 表 ニ 示 ス カ 如 ク 耐 壓 強 度 ハ 耐 伸 強 度 ノ 平 均 五・七 乃 至 七・三 倍 ト ナ ル 而 シ テ 其 材 齡 ノ 多 キ モ ノ ハ ソ ノ 比 カ 大 ナ ル ヲ 見 ル コ レ 耐 壓 強 度 ハ 耐 伸 強 度 ニ 比 シ 材 齡 ノ 增 加 ニ ヨ リ 強 度 增 進 率 カ 大 ナ ル ニ 起 因 セ シ ニ ヨ ル カ

種別	配合比	硬軟ノ別	材齢四箇月				材齢三箇月				材齢六箇月				材齢一箇年	
			耐壓強度 #/sq"	耐伸強度 #/sq"	耐彎強度 #/sq"	耐剪強度 #/sq"	耐壓強度 #/sq"	耐伸強度 #/sq"	耐彎強度 #/sq"	耐剪強度 #/sq"	耐壓強度 #/sq"	耐伸強度 #/sq"	耐彎強度 #/sq"	耐剪強度 #/sq"	耐壓強度 #/sq"	耐伸強度 #/sq"
砕石混凝土	1:2:4	D	2620	—	2868	—	2138	—	332	—	3604	—	443	—	—	
	1:2.5:4	D	1856	—	2232	—	2143	—	232	—	2441	—	—	—	5.5	
砕石混凝土	1:2.5:5	D	2371	—	3266	—	2461	—	301	—	2570	—	324	—	—	
	1:2.5:6	D	1358	—	1904	—	1606	—	247	—	1774	—	—	—	5.5	
砂利混凝土	1:3:5	D	1415	254	1861	359	2014	5.2	270	7.5	2491	389	323	6.4		
	1:3:6	D	834	211	1437	238	1805	5.5	174	10.3	1954	323	—	6.0		
砂利混凝土	1:3:5	D	1735	—	2222	—	2014	—	190	10.6	2411	293	—	8.2		
	1:3:6	D	1023	—	1417	—	1169	—	152	7.7	2053	266	—	7.7		
砂利混凝土	1:2:4	D	1437	233	1944	—	2252	—	261	8.6	2262	320	—	7.1		
	1:2:5:4	D	782	195	1437	—	1268	—	239	4.9	1894	—	—	—		
大砕山石灰混和土	3:3:2:4	D	1854	444	2630	451	2338	5.8	447	6.6	3395	—	—	—		
	3:3:2.5:4	D	1109	268	1457	268	1785	5.4	330	5.8	2120	—	—	—		
大砕山石灰混和土	3:3:2:4	D	1046	280	2043	385	3037	5.3	406	7.5	3017	389	—	7.8		
	3:3:2.5:4	D	970	209	1387	279	1686	5.0	243	6.9	1882	229	—	8.2		
大砕山石灰混和土	3:3:3:5	D	1318	254	1765	318	2063	5.6	282	7.3	2411	420	—	5.7		
	3:3:3:5	D	777	131	950	138	1039	6.9	155	7.1	1805	214	—	8.4		
平均			2183	—	2371	—	2153	—	332	6.5	2789	363	—	7.7		
			1457	—	1725	—	1705	—	206	8.3	2053	250	—	8.2		
平均			1888	—	2272	—	2222	—	330	6.8	2391	401	—	6.0		
			1477	—	1907	—	1616	—	259	6.2	1874	220	—	8.5		
平均			1639	—	1793	—	1903	—	295	6.5	2014	259	—	7.8		
			893	—	1318	—	1238	—	197	6.3	1218	122	—	10.2		
平均			6.1	—	—	—	—	—	—	7.4	—	—	—	7.3		
平均			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

第五節 許容應壓力及ヒ安全率ノ擧定

混凝土ノ許容應壓力ハ第一實驗ニヨリ定メラントル各種配合ニ對スル標準極強度ト第二安全率ノ値トニヨリ決定セラルヘキモノナリ而シテ安全率ハ混凝土カ建築材料トシテ信賴セラルヘキ程度構造物ノ種類及ヒソノ重要ノ度又ソノ應力ノ

性質等ニヨリテ定ムヘク然レトモ荷重ノ性質例ヘハ靜荷重ナルカ動荷重ナルカ或ハ衝擊ヲ生スヘキモノナルヤ否ヤ等ハ外力ノ大サヲ異ニシテ安全率ニ含マシメサルヲ普通トス前節説明セルカ如ク同一配合ノモノニテモ硬軟ノ度材齡等ニヨリテソノ強度ニ著シキ相違アリ而シテ許容應力ヲ定ムルニソノ等ノ内何レヲ標準トスヘキカハ實際取扱上便利ノモノヲ選フヲ可トスヘシ先ツ材齡ニ對シテハ實地施工ノ場合最後ノ混凝土打チヲ終レル後四週間位ニシテ荷重ニ耐ヘシムルコト往々アリ且ツ實驗ノ際三箇月六箇月ヲ待タスシテ四週間ニシテソノ強度ヲ知ルコトハ便利ナリ從ツテ材齡四週間ノ強度ヲ標準トスルヲ適當トスヘシ又硬軟ノ度ニ對シテハ硬練ハ軟練ニ比シ強度一般ニ優リ殊ニ四週間ノ如キ短時日ニ於テハ一層良ク自己ノ強度ヲ發揮スルモノナレハ硬練ヲ標準トスルヲ便ナリト思考セラル次ニ安全率ノ選定ニ關シテハ混凝土ハ鋼ノ如ク等質ナル建築材料ニアラスト雖年月ト共ニソノ強度ヲ増進スルヲ以テ安全率ハ日々ニ増加スル理ナリ故ニ比較的小ナル値即チ三乃至六ヲ取ルモ可ナルヘシ今コレヲ構造物ノ種類及ヒ應力ノ性質トヲ考慮シ凡ソ次キノ如ク區別セリ

- 第一種 重要ナラサル塊狀混凝土ニ對シテ 安全率 三
- 第二種 橋脚堰堤壁等ニ對シテ 四
- 第三種 柱ノ類ニ對シテ 五
- 第四種 桁ノ類ニ對シテ 六

コノ分類ニ從ヒ本實驗ノ結果ニ基キ許容應力ヲ算出スレハ第二十五表ニ示スカ如シ但シ極強度ヲ安全率ニテ割リタル商ハソノ數煩雜ナルヲ以テコレヲ簡單ナル數ニ切リ上ケタルモノヲ實際ニ使用スルヲ便トスヘシ

第 二 十 五 表

種 別	配 合	材齡四週間硬練混				同上ヲ簡單ニセルモノノ			
		許容應力 #/〇"	第一種	第二種	第三種	第一種	第二種	第三種	第四種
	1 : 2 : 4	2620	830	655	521	137	90	759	500

砂利 混 凝 土	1:2.5:4	2871	790	593	474	395	300	670	459	400
	1:2.5:5	1815	605	454	363	333	602	450	359	370
	1:3:5	1735	578	434	347	289	600	450	350	300
	1:3:6	1487	470	359	287	249	500	350	300	250
砂利 混 凝 土	1:2:4	1934	651	487	391	326	650	500	490	350
	1:2.5:4	1646	549	412	329	275	550	470	350	300
	1:3:5	1318	439	330	264	220	450	350	250	200
	3:1:2:4	2183	728	548	437	364	750	551	480	350
火 碎 山 石 混 凝 土	3:3:2.5:4	1988	663	497	388	331	650	500	400	370
	3:3:3:5	1609	536	402	322	288	550	400	300	250
	3:1:3:5	1609	536	402	322	288	550	400	300	250

又材齡四週間ノモノヲ標準トシテ定メタル許容應壓力カ材齡三箇月六箇月及ヒ一箇年ニ於テ安全率カ如何ニ増加セシカ  
 ハ第二十六表ニ示スカ如シ例ヘハ一、三、五混凝土ニ於テ第二種構造物即チ堰堤壁等ニ對スル許容應壓力ハ四五〇#<sub>0</sub>ニ  
 シテソノ安全率ハ四ナリ然ルニコレカ材齡三箇月ニ於テハ四九四、六箇月ニ於テハ四四七、一箇年ニ於テハ五五四ニ増加  
 ス又鐵筋混凝土構造ノ桁ノ類ニ對シテ一、二、四砂利混凝土ヲ用フルトセハソノ許容應力ハ第二十五表ニ從ヒ三五〇#<sub>0</sub>  
 ナリコノ時安全率ハ六ナリ然ルニコレカ材齡三箇月ニ於テハ七五一、六箇月ニ於テハ八三九、一箇年ニ於テハ九七〇ト  
 ナル即チ材齡一箇年ニ於テコノ構造物ハ安全率凡ソ一〇ヲ有シ混凝土ノ如キ等質ノ材質ヲ有シ難キモノニ對シ蓋シ相當  
 ナル安全率ナルヘシ

第 二 十 六 表

種 別	配 合	材齡三箇月				材齡六箇月				材齡一箇年						
		強度 第一種	強度 第二種	強度 第三種	強度 第四種	強度 第一種	強度 第二種	強度 第三種	強度 第四種	強度 第一種	強度 第二種	強度 第三種	強度 第四種			
四週間ヲ標準ト セル時ノ安全率	1:2:4	2368	307	441	574	660	2918	324	440	584	648	3604	400	554	721	801

種 別	配 合	材 齡 三 箇 月				材 齡 六 箇 月				材 齡 一 箇 年						
		第一種	第二種	第三種	第四種	第一種	第二種	第三種	第四種	第一種	第二種	第三種	第四種			
碎 石 混 凝 土	1 : 2.5 : 4	3266	4.08	5.44	7.26	8.17	2461	3.08	4.10	5.47	6.15	2570	3.21	4.28	5.71	6.43
	1 : 2.5 : 5	1864	3.11	4.14	5.38	6.21	2014	3.36	4.47	5.75	6.71	2491	4.15	5.51	7.12	8.30
	1 : 3 : 5	2222	3.70	4.91	6.35	7.41	2011	3.36	4.47	5.75	6.71	2411	4.02	5.36	6.86	8.01
	1 : 3 : 6	1944	3.89	5.27	6.48	7.78	2252	4.50	6.43	7.51	9.01	2282	4.52	6.46	7.51	9.05
砂 利 混 凝 土	1 : 2 : 4	2630	4.05	5.26	6.58	7.51	2938	4.52	5.88	7.35	8.39	3395	5.22	6.79	8.49	9.70
	1 : 2.5 : 4	2043	3.71	5.11	5.84	6.81	3797	5.52	7.59	8.08	10.12	3047	5.51	7.62	8.71	10.16
	1 : 3 : 5	1765	3.92	5.04	7.03	8.83	2053	4.58	5.89	8.25	10.32	2411	5.36	6.89	9.61	12.06
火 灰 山 石 灰 質 混 凝 土	3 : 3 : 2 : 4	2371	3.16	4.31	5.27	6.77	2153	2.87	3.91	4.78	6.15	2739	3.72	5.07	6.30	7.97
	3 : 3 : 2.5 : 4	2272	3.50	4.54	5.68	6.49	2222	3.42	4.44	5.56	6.35	2391	3.68	4.78	5.98	6.83
	3 : 3 : 3 : 5	1795	3.26	4.49	5.98	7.18	1903	3.46	4.76	6.34	7.61	2014	3.66	5.04	6.71	8.06

第六節 結 論

茲ニ本實驗ニヨリ得タル結果ヲ綜合スレハ凡ソ次キノ如シ

- (一) 本實驗ニ使用シタルせめんとハ普通品ニシテ碎石砂利及ヒ砂ハ良質ノモノナリ
- (二) 混凝土ノ強度ハソノ單位容積中ニ含有スルせめんとノ量ニ比例シテ増加ス軟練一、三、六材齡四週間ニ於テソノ極強度ハ〇〇#以下ナルヲ以テ貧性混凝土工ノ設計及施工ハ特ニ注意ヲ要ス
- (三) 普通使用スル配合ニ於テハ強度ニ對シ配合ニ原因スル密度ノ影響ハ容易ニ見出シ能ハス密度ハ寧ロ搗固メノ程度及ヒ使用水量ニ原因スル事大ニシテ密度大ナルモノカ強度大ナルハ明カナリ
- (四) 混凝土中ノもるたノ量ハコレカ一様ニ碎石若シクハ砂利ノ空積ヲ充タシ且ツソノ周圍ヲ充分ニ被覆シタル上多少ノ餘裕アルヲ可トス又硬練ニ於テハ投入ノ際もるたノト碎石或ハ砂利トカ分離セサル様軟練ニ於テハ搗固メノ際碎石或ハ砂利ノミカ下部ニ沈下セサル様注意ヲ要スルモノニシテ軟練ニ在リテハ搗固不適當ノ場合寧ロ多カルヘシ

(五) 一般ニ硬練ハ軟練ニ比シ強度大ナリサレハ構造物ノ形態大ニシテ施工ニ支障ナキ時ハ適度ノ硬練トシテ搗固メヲ充分ニスヘシ然レトモ形態小ニシテ且ツ狹隘ナル部分ニマテ混凝土ヲ填充スルヲ要スル時ハソノ必要ノ流動度ニ應ジテ使用水量ヲ多クス尙硬練ノ際ニハ凝固又ハ硬化ニ必要ナル水分ノ不足セサル様又軟練ノ際ニハ水量ノ過多トナラサル様注意スヘシ

(六) 混凝土ノ強度カ材齡ト共ニ増進スルコトハ顯著ナル事實ナリソノ材齡一箇年ニ於テハ四週間ニ比シ平均六割四分或ルモノニ對シテハ十割以上増加ス

(七) 同上増進率ハ軟練カ硬練ニ比シ砂利混凝土カ碎石混凝土ニ比シ又貧性混凝土カ富性混凝土ニ比シ大ナルカ如シ然ルニ火山灰混和混凝土ハコレヲ混和セサルモノニ比シ小ナルカ如シ

(八) 火山灰ヲ混和スル目的カ經濟的見地ニアリトスレハ火山灰ノ價カ等量ノせめんとニ比シ凡ソ五分ノ一以下ニアラサレハコレヲ使用スルモ利益少シ

(九) 火山灰混和ノ效果ハ貧性混凝土ニ多ク富性混凝土ニ小ナリ

(十) 碎石混凝土ハ材齡ノ初期ニハ砂利混凝土ニ比シ強度大ナルモ材齡既ニ六箇月ニ及ヘハ殆ント同一トナル從ツテ我國ノ如ク砂利カ容易ニ得ラルル所ニアリテハ特ニ碎石ヲ選フ必要ナク洗淨セラレタル砂利ヲ使用スルカ得策ナリ

(十一) 碎石若シクハ砂利ノ大サハ構造物ノ形態ニ應ジテ定ムヘキモノニシテ大小粒ノ順序ヨリ配列スル時ハ大ナルモノヲ用フルカ經濟的ナルカ如シ本實驗ノ結果ハ大ナル碎石ヲ使用シタルモノカ小ナルモノヲ使用シタルモノニ比シ強度稍小ナリ

(十二) 混凝土ノ耐壓強度ハ同一試體ヨリ得タルもるたノ耐伸強度ノ六〇乃至七五倍ナリ

てーろー氏とんぶそん氏合著こんくりーとふれんえんどうれんぼーすど (Taylor and Thompson—Concrete plain and reinforced, 1917) 第三一五頁ニ記載セラレタル直徑八吋長一六吋ノ圓塊ニ付キ爲サレタル實驗ノ結果ト本實驗ノ結果トヲ

近似ノモノニ付比較スレハ第二十七表ニ示スカ如シ

第 二 十 七 表

配 合	材齡四週月		材齡六箇月	
	米 國	本 實 驗	米 國	本 實 驗
1 : 2 : 4	2000 硬 練 軟 練	2620 1856	3100 2010	2918 2143
1 : 3 : 5	1500 硬 練 軟 練	1735 1020	2820 1500	2014 1169

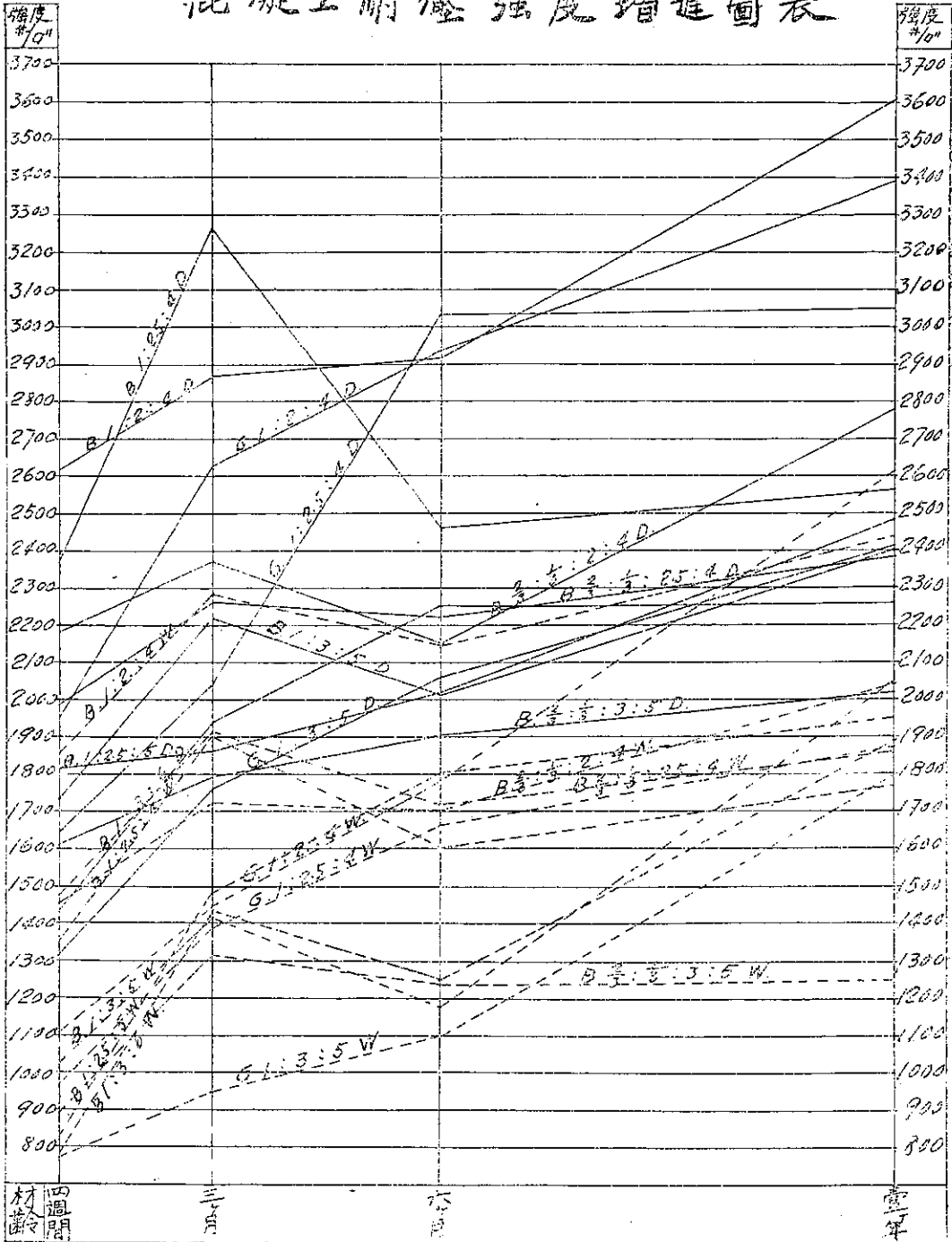
即チ米國ニ於テ普通要求スル強度ハ我國ト大差ナキカ如シ然ルニ獨逸ニ於テ行ハレタル試験報告ヲ見ルニ強度著シク大ナリ次ニ砂岩ノ耐壓強度ハ一、〇〇〇—一六、〇〇〇#<sup>ロ</sup>ナリト云フコレニ對シ混凝土ノ強度ハ普通ニ、〇〇〇—三、〇〇〇#<sup>ロ</sup>ナリ即チ砂岩ノ約五分の一ニ相當ス從ツテせめんと、砂、砂利若シクハ碎石、使用水、混和物等ノ性質大小形狀配合比其ノ配列ノ狀況及施工法ヲ研究シ混凝土ノ強度ヲシテ自然岩ニ等シカラシメ進ンテハ鐵材ノ如ク等質強靱ナル建築材料ナラシムルハ工學上重要ナルコトナリト信ス

終リニ臨ミ本實驗直接ノ目的カ堰堤築造ニアレハソノ施工ニ關シ注意スヘキ二三ノ事項ヲ擧ケントス先ツれいたんす(Laitance)ノ生成ヲ避クヘキ事ナリれいたんすトハ水中若シクハ軟練混凝土ニ於テ水分過剰ニ存在スル場合せめんとノ分解ニヨリ生スル白色軟性ノモノヲ云フコレハ本實驗ニ於テモ軟練供試體製作中屢認メタルモノニシテソノ搗固メヲ終リタル時暫時ニシテ容積多少收縮シ表面ニ水分カ湧出スルヲ見ルコノ水分カ乾キタル跡ニ白色ニシテ軟キ粘膜カ殘ルコレれいたんすナリコノ化學的成分ハ灼熱減量カせめんとニ比シ著シク大ナル外其成分ニ於テせめんとト相違ナシ然レトモコレハ全ク硬化スル性質ヲ有セス附着力耐壓強度等ナシ斯クノ如クせめんとハ過剰ノ水ニヨリテ一部分不硬化質ノモノニ變化スルモノナリコノ不硬化物質ハ一、二五、五混凝土ニテ厚五吋ニ對シ八分一時生スル事アリト云フ且又コレハ單ニ表面ニ生スルノミナラス内部ニモ生成スルモノナランコレ軟練混凝土カ硬練ニ比シ強度ノ劣ル所以トモ稱スヘシ故



# 混凝土耐壓強度增進圖表

論  
說  
報  
告  
混  
凝  
土  
耐  
壓  
強  
度  
ニ  
關  
ス  
ル  
實  
驗



ニ 混 凝 土 工 ニ 於 テ 過 剩 ノ 水 ヲ 使 用 ス ル ハ 勿 論 禁 ス ヘ キ モ 假 リ ニ 表 面 ニ 斯 ク ノ 如 キ 物 質 ノ 生 シ タ ル 時 ハ 次 層 ヲ 置 ク 前 ニ 金 線 ヲ 引 ヲ シ 或 ハ 鑿 ヲ 以 テ コ レ ヲ 完 全 ニ 除 去 シ 清 水 ヲ 以 テ 洗 滌 ス ル ヲ 要 ス 一 九 一 一 年 九 月 米 國 あ ふ す ち ん だ じ (Austin Dam) ノ 破 壞 ハ れ いたんす ノ 生 成 カ 其 一 因 ヲ 爲 セ リ ト 謂 フ 次 ニ 堰 堤 ハ 長 サ 五 〇 一 六 〇 呎 ノ 縱 斷 ニ 分 チ 所 謂 收 縮 接 手 ヲ 設 ケ 溫 度 ノ 變 化 ニ 因 ル 收 縮 ヲ 一 箇 所 ニ 集 メ 又 一 日 ノ 工 程 ニ 相 當 ス ル 混 凝 土 塊 ヲ 縱 又 ハ 横 ノ 方 向 ニ 交 互 ニ 重 不 合 セ 凝 固 ノ 際 生 ス ル 收 縮 ノ 影 響 ヲ 減 少 セ シ ム ヘ シ (完)

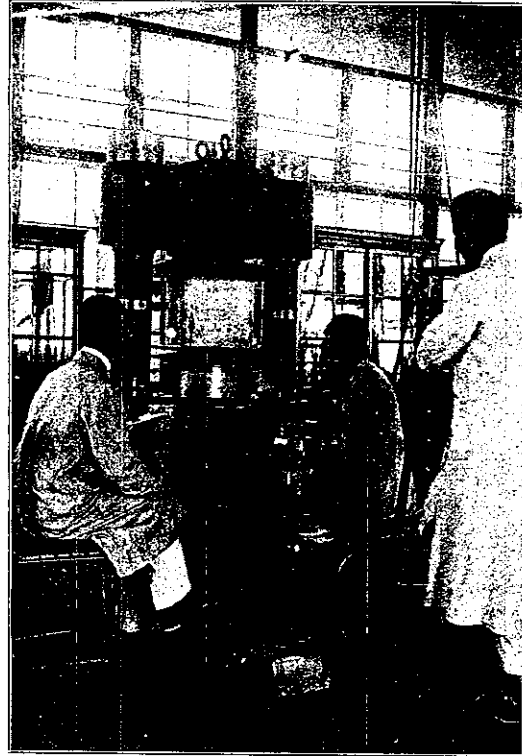
第十三表 混凝土 耐 壓 強 度 表

Main data table with columns for concrete grade (e.g., 山灰, 砂), curing period, test results (weight, strength), and average values. The table is organized into four sections: (I) 28-day curing, (II) 3-month curing, (III) 6-month curing, and (IV) 1-year curing. Each section contains multiple rows of test data for different concrete mixes, including strength in Kgs/cm² and lbs/in², and comparisons between different curing methods.

强度平均値ノ最大二箇ノ平均ニシテ重量ニ對シテハコレニ相當スル平均トシ、又重量ノ平均ニシテハコレニ對シテセム、Dハ硬練Wハ軟練ヲ表ハス、セメント一方カノ重ヲ95對度トス

試體ノ平均重量 Kgs/cm² lbs/in²

備考



寫真第貳  
耐壓試驗



寫真第壹  
供試體製作

(土木學會誌第六卷第一號附圖)