

もるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スル實驗

准員 工學士 高橋 逸 夫

山口 謙 太郎

第一節 試驗ノ目的

混凝土ノ性質ヲ研究スルニハ先ツ以テもるたるノ性質ヲ知ルヲ要スヘシ又混凝土ノ供試體ハ時トシテソノ等質ヲ缺キ又供試體ヲ作ルニ多クノ費用ヲ要スルヲ以テもるたるノ試驗ノ結果ヲ以テ混凝土ノ性質ヲ推定スルハ蓋シ便法ナリト云フヘシ故ニ本實驗ハコノ意味ヲ以テ先ツ左記各項ニ付キ試驗ヲ行ヒ經濟的ニシテ良質ナル混凝土ヲ求ムル研究ノ第一歩タラシメントス

- (一) せめんとノ量カもるたるノ強度ニ及ホス影響
- (二) 砂粒ノ大サカもるたるノ強度ニ及ホス影響
- (三) 左記ノ混和物カもるたるノ強度ニ及ホス影響

(イ) 消石灰

(ロ) 火山灰

(ハ) 珪藻土

(ニ) 明礬水

(ホ) 藥汁

第二節 試驗ノ方法

本試驗ハもるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スルモノナレハソノ試驗方法ハ農商務省告示ノ規定ニ準據セリ只耐壓供試體ハ同規定ニヨレハ六個ヲ作ルヘキモ簡便ノ爲メ四個ヲ作リソノ最大三個ノ平均ヲ取ルコト、セリ而シテ供試體ノ種類ヲ次

キノ二十二種トセリ

論説報告
もるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スル實驗

第一類 普通もるたる

せめんと 標準砂

(1) — ○

(2) — 一

(3) — 二

(4) — 三

(5) — 四

(6) — 五

第二類 細砂もるたる

せめんと 砂

(7) — 三

(8) — 三

(9) — 三

(10) — 三

(11) — 三

第三類 石灰混和もるたる

せめんと 石灰 標準砂

(12) ○・九 ○・一 三

第七號砂ヲ最大トセルモノ

第六號砂

第五號砂

第四號砂

第三號砂

耐伸供試體ハ六個ヲ耐壓供試體ハ四個ヲ以テ一組トシ材齡ハ總テ四週間及ヒ三箇月ニ付キ試驗ヲ行フ從ツテ供試體ノ組

(14) (13)

第四類 火山灰混和もるたる

せめんと

火山灰

標準砂

〇・八

〇・二

三

〇・七

〇・三

三

(17) (16) (15)

第五類 硅藻土混和もるたる

せめんと

硅藻土

標準砂

〇・九

〇・一

三

〇・八

〇・二

三

〇・七

〇・三

三

(20) (19) (18)

第六類 明礬水使用もるたる

せめんと

標準砂

〇・九

〇・一

三

〇・八

〇・二

三

〇・七

〇・三

三

(21)

第七類 薬汁使用もるたる

せめんと

標準砂

一 明礬五%ヲ含ム溶液ヲ用フ

三 薬ヲ一週間水ニ浸シ置キ其薬汁ヲ用フ

(22)

數四十四トナリ耐伸試體二百六十四個耐壓試體百七十六個ナルヘキ豫定ナリシモ純せめんと・もるたるノ耐壓供試體ヲ作ルコト困難ナリシ爲メソノ供試體ノ數ニ於テ八個ヲ減スルコト、ナレリ本試驗ハ大正八年三月及ヒ同十一月ノ二回行ヒタリ然ルニ第一回ノ結果ハ第二回ニ比シ強度著シク小トナリタリコノ原因ヲ案スルニ第一回試驗ニハ使用水量ハ單ニ製型ノ便ナルト過剩ノ水分ノ害アルトニ重キヲ置キテ使用水量ノ不足シタルニアラサルカ第二回試驗ニ於テハ製型ノ際搗固メヲ終リタル時上面ニ水分カ少シク現ハレル程度ニ水ヲ注加スルコト、セリ而シテコノ適當ナル使用水量カ最大ノ強度ヲ與ヘ若シコレニ不足ナス時モ亦過多ナル時モ共ニ強度ヲ減スルモノナル故もるたる試驗ニ於テ使用水量ノ決定ハ最も重要ナルコトナリ從ツテ本試驗ノ結果ニ對スル攻究ハ單ニ第二回ノ試驗ニノミヨルコト、セリ

第三節 使用材料

せめんとハ小野田せめんと製造會社小野田工場ヨリソノ一般ニ販賣ヲナス多數製品中ヨリ適宜撰出セラレタルモノナリ又砂ハ宇治川宇治橋附近ニテ採取セルモノニシテ使用標準砂トシテハ農商務省規定ノ大サニ篩別シ又細砂もるたるノ強度ヲ試驗スル目的ニ使用スルモノハ左記七種ノ篩ニテ篩別セリ

篩ノ 種 號	第七號	第六號	第五號	第四號	第三號	第二號	第一號
針金ノ大サ(吋)	0.012	0.012	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004
一吋ニテヤ篩田ノ數	15	20	40	60	80	100	120

上記篩ニテ篩別シ第七號篩ヲ通シ第六號篩ニ留マルモノヲ第七號砂ト稱シ又第六號篩ヲ通シ第五號篩ニ殘留スルモノヲ第六號砂ト稱ス以下同様ナリ而シテコノ砂ヲ使用シテ一・三もるたるヲ作ルニ最大密度ヲ得ル爲メニ其粒ノ大サヲ順序立テ粒ノ最大徑ヲ横距トシ其配合バ一せんとな縦距トセル曲線カ拋物線ヲナス様混和セリ

今砂ノ大サ及ヒ其砂ヲ最大粒トセル配合ニ對スル拋物線ノ式ヲ舉クレハ次ニ示スカ如シ

砂ノ種類	最大徑	配合ヲ見出スヘキ公式
第七號砂	$0.0676 \equiv 0.0568$	$g^2 = 150,000 x$
" 六	$0.0477 \equiv 0.0400$	$g^2 = 210,000 x$
" 五	$0.0248 \equiv 0.0208$	$g^2 = 400,000 x$
" 四	$0.0199 \equiv 0.0167$	$g^2 = 500,000 x$
" 三	$0.0109 \equiv 0.0091$	$g^2 = 920,000 x$
" 二	$0.0079 \equiv 0.0066$	
" 一	$0.0049 \equiv 0.0041$	

但シカハ砂粒ノ大サ(時)ヨリ配合バ―センとヲ示ス
 上式ニ從ヒ一・三もるたるヲ作ルニ要スルコレ等砂ノ配合比ヲ求ムルハ第一表ニ示スカ如シ

第一表

もるたるノ種類	第七號砂 %	第六號砂 %	第五號砂 %	第四號砂 %	第三號砂 %	第二號砂 %	第一號砂 %	セメント %	計 %
(7)	16	23	6	15	6	7	2	25	100
(8)		28	7	17	7	9	7	25	100
(9)			11	23	10	12	19	25	100
(10)				26	11	14	24	25	100
(11)					15	18	42	25	100

論 說 報 告 もるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スル實驗

次ニ混和物ナル石灰ハ其產地不明ナルモ京都市内ニテ購入セル普通品ナリ火山灰ハ日本火山灰株式會社製唐津産ナリ又
 硅藻土ハ岐阜縣郡上郡牛道村産ノモノナリ

第四節 試驗ノ結果

(一) せめんとノ量ト強度トノ關係

もるたるノ強度ニ及ホス影響一ニシテ足ラスト雖ソノ主トシテコレヲ支配スルモノハ配合即チ一定容積中ニアルせめんとノ量ナリ本實驗ニヨリ得タル結果ヲ表示スレハ第二表(別紙)及ヒ第三表ニ示スカ如シ

第 三 表 強 度 比 較 表 (大正八年十一月試驗施行)

普通もるたる 1:3 ヲ單位トス

種 類	耐 伸 強 度 (kg/cm ²)				耐 壓 強 度 (kg/cm ²)			
	四週間 平均 強度 トノ比	三箇月 平均 強度 トノ比	増進 割合	四週間 平均 強度 トノ比	三箇月 平均 強度 トノ比	増進 割合	耐伸 四週	耐伸 三箇月
規	(1) 51.6	2.12	62.6	2.16	11.0	1.21		
1:1	(2) 48.6	1.81	48.2	1.66	4.6	1.11	495	3.14
1:2	(3) 34.9	1.45	41.9	1.44	7.0	1.20	345	2.19
1:3	(4) 24.1	1.00	28.0	1.00	4.9	1.20	158	1.00
1:4	(5) 15.9	0.66	20.4	0.70	4.5	1.28	98	0.62
1:5	(6) 11.7	0.49	15.4	0.53	3.7	1.32	57	0.36
							71	0.34
							14	1.25
							4.87	4.61
							11.95	11.76
							9.89	9.59
							6.56	7.14
							6.16	5.74

期	(7)	28.7	1.19	37.1	1.26	8.4	1.29	283	1.79	349	1.69	66	1.23	9.86	9.41
	(8)	27.0	1.12	32.4	1.12	5.4	1.20	202	1.28	231	1.12	29	1.14	7.48	7.13
砂	(9)	20.3	0.84	25.3	0.87	5.0	1.23	123	0.78	145	0.70	22	1.18	6.06	5.73
	(10)	17.4	0.72	23.9	0.82	6.5	1.37	104	0.66	106	0.51	2	1.02	5.98	4.43
石	(11)	15.3	0.64	20.4	0.70	5.1	1.33	68	0.43	88	0.43	20	1.29	4.44	4.31
	(12)	23.0	0.95	28.4	0.98	5.4	1.24	161	1.02	178	0.86	17	1.11	7.00	6.27
灰	(13)	20.0	0.83	25.7	0.89	5.7	1.29	140	0.89	174	0.84	34	1.24	7.00	6.77
	(14)	19.0	0.79	22.6	0.79	3.6	1.19	118	0.75	159	0.77	41	1.34	6.21	7.04
火山灰	(15)	22.3	0.93	25.9	0.89	3.6	1.16	153	0.97	191	0.92	38	1.25	6.86	7.37
	(16)	20.2	0.84	23.7	0.82	3.5	1.17	135	0.85	174	0.84	39	1.29	6.68	7.34
	(17)	19.7	0.82	21.2	0.73	1.5	1.08	113	0.72	152	0.73	39	1.34	5.74	7.12
雑質土	(18)	22.0	0.91	28.0	0.97	6.0	1.27	147	0.93	205	0.99	58	1.39	6.68	7.32
	(19)	19.3	0.80	24.6	0.85	5.3	1.27	128	0.81	170	0.82	42	1.33	6.63	6.91
	(20)	16.3	0.68	20.9	0.72	4.6	1.28	111	0.70	116	0.56	5	1.05	6.31	5.55
明礬	(21)	22.8	0.94	28.4	0.98	5.6	1.25	161	1.02	195	0.94	34	1.21	7.06	6.87
	(22)	23.1	0.96	26.5	0.91	3.4	1.15	156	0.99	205	0.99	49	1.31	6.75	7.74

今このニ密度ノ關係及ヒ使用水量等ヲ考ヘス單ニ乾燥ノ儘せめんと及ヒ砂ヲ混和シコノ混和物ノ一容積中ニアルせめんとノ百分率ニ對シ強度ヲ圖示スルハ第一圖ヲ得

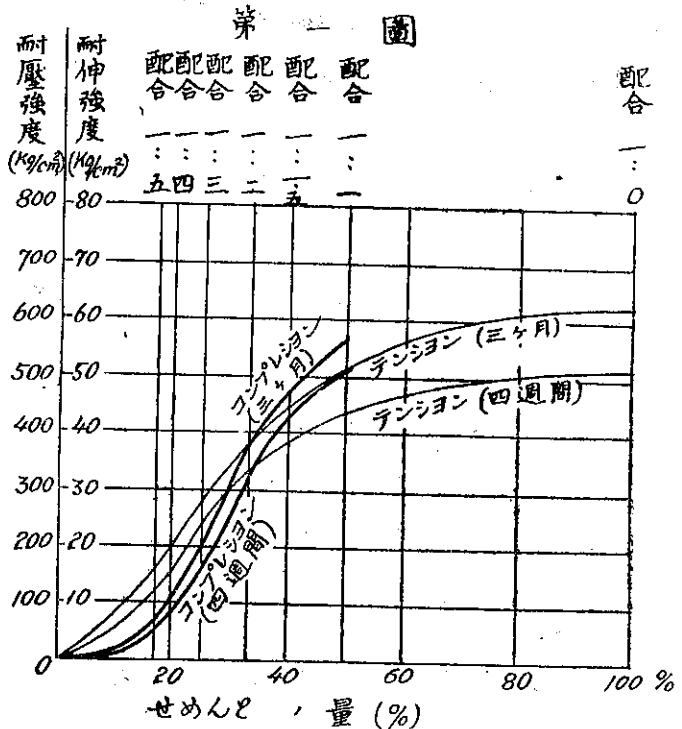
今其ノ曲線ヲ見ルニ配合一：四ト一：一トノ間ニ於テソノ強度カせめんとノ量ト共ニ増加スル割合モ大ニシテコレ以下及ヒ以上ノ配合ニアリテハせめんとノ効力小ナルカ如シ故ニコノ間カ經濟的的配合タルヘシ又せめんとノ量二〇%ヨリ四〇%即チ配合一：四ヨリ一：一・五マテニ於テハ強度ハせめんとノ量ト殆ト直線的ニ増加ス從ツテ此間ニ於ケルせめ

んと1%ニ對スル強度ノ増加ヲ求ムルハ第四表ニ示スカ如シ

論 說 報 告 もるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スル實驗

第 四 表 せめんと1%當リ強度 (kg/cm²)

材 質	四 週 間		三 箇 月	
	耐 伸 強 度	耐 壓 強 度	耐 伸 強 度	耐 壓 強 度
配合 一:一	40% トノ差	1%當リ	40% トノ差	1%當リ
配合 一:二	22	1.1	24	1.2
配合 一:三	373	18.7	399	20.0



コノニ一:三もるたるヲ標準トシ其強度ヲKニテ表ハシ任意ノ配合ニ對スル強度Pハ凡ソ次式ニヨリテ求メ得

耐伸強度ニ對シ $P_s = K_s \{1 + 0.05(e - 25)\}$

耐壓強度ニ對シ $P_p = K_p \{1 + 0.1(e - 25)\}$

但シeハ乾燥状態ニ於テ混和セルせめんとの百分率ヲ示ス例ヘハ一:三もるたる材齡四週間ニ於ケル耐伸強度トシテ二四・一 kg/cm²ヲ得タリコレヨリ一:二もるたるノ強度ヲ求ムルニハ次ノ如ク計算ス

$$P_s = K_s \{1 + 0.05(e - 25)\} = 24.1 \{1 + 0.05(33.3 - 25)\}$$

$$= 24.1 \times 1.415 = 34.1 \text{ kg/cm}^2$$

又一:三もるたる材齡三箇月ニ於ケル耐壓強度トシテ二〇七 kg/cm²ヲ得タリトスレハ一:四もるたるノ強度

ハ次ニ示スカ如シ

$$P_c = K_c \{1 + 0.1(e - 25)\} = 207 \times 0.5 = 103.5 \text{ kg/cm}^2$$

次ニ耐伸強度ト耐壓強度トヲ比較スルニ第一圖ニ於テ見ルカ如ク配合一・二ニ於テ丁度耐壓強度カ耐伸強度ノ一〇倍ニ當リコレ以下ニテハ一〇ヨリ小トナリコレ以上ニテハ一〇ヨリ大トナル又コノコトハ第三表第一三及ヒ一四欄ニ於テ示スカ如シ即チ耐壓強度ト耐伸強度トノ比ハ富性配合程大ナリ

(二) 強度ト材齡トノ關係

本實驗ノ目的ハ主トシテ配合砂粒ノ大サ及ヒ混和物カ強度ニ對スル關係ヲ見出スニアレハ材齡ハ單ニ四週間ト三箇月トノ二種トセリ從ツテコノ關係ハ詳細ナラスト雖三箇月ニ於テハ四週間ニ比シ一割乃至三割ノ増加ヲ示セリ

(三) 砂粒ノ大サカ強度ニ及ホス影響

砂粒ノ大サカもるたるノ強度ニ影響シ一般ニ粗粒ヲ用フル程強度大ナリト云フハ既ニ多クノ實驗ニ於テ證明セラレタル所ナリ而シテ其理由トスル所ハ次ニ示スカ如シ

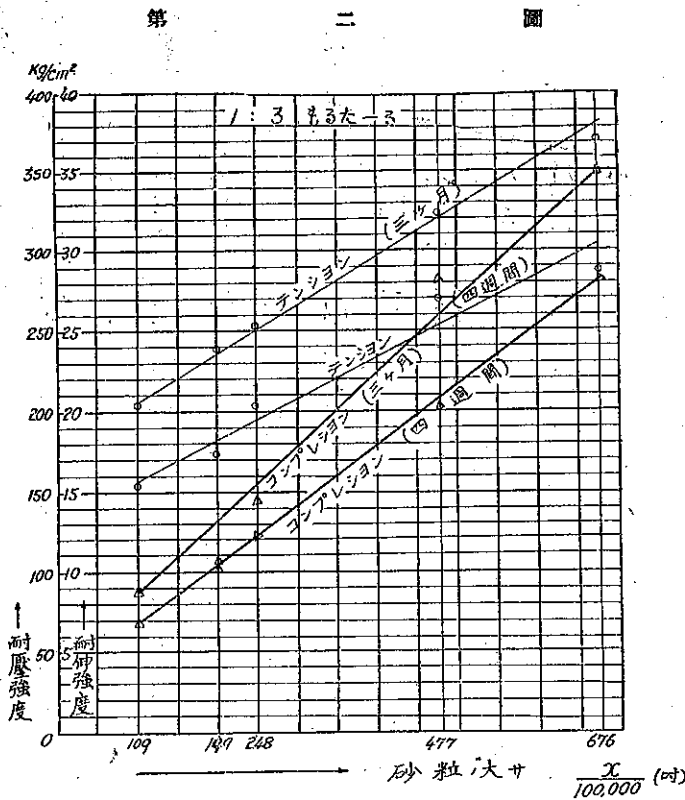
第一 若シ大ナル砂粒ヲ使用スレハ一定容積中ニ砂ノ實體ニヨリ占有セラル、部分多クシテせめんとニヨリ膠着セラル、面積ガ少ク恰モ多量ノせめんとヲ用ヒタルト同一ノ結果トナル

第二 砂粒小ナル時ハ粒ト粒トノ接觸面ヲ大ニシテ粗粒ヲ用フル場合ニ比シ多量ノ水ヲ要シ從ツテもるたるノ密度ヲ減シ一般ノ原理ニ從ヒソノ強度ヲ減ス

本實驗ニ於テハ各種一様ニ最大密度ヲ得ル爲メニ乾燥状態ニ於テせめんと及ヒ砂ヲ混シ其粒ノ大サヲ横距トシ其粒ノ大サ以下ノ粒即チソノ大サニ相當セル篩ヲ通過セル量ヲ百分率ニテ表ハシ縦距トシ出來タル曲線即チ Mechanical analysis curve カ拋物線ヲナスト云フ假定ノ下ニ實驗ヲ行ヘリ即チ第一表ニ示ス所ニ從ヒ各大サヲ異ニセル七種ノ砂及ヒせめんとヲ混和セリコレヲ以テ使用水量ノ多寡ニヨル密度ノ差異ヲ除キテハ密度ハ各種もるたるハ同一ナリト見做シ得ルナリ

論 說 報 告 もるたるノ耐伸及耐壓強度ニ關スル實驗

而シテ試驗ノ結果ハ第三表ニ示スカ如ク其強度ハ砂粒大ナルモノ程大ニシテ砂粒小ナルニ從ヒテ漸次減少ス其狀況ハ第二圖ニ示スカ如ク強度ハ砂粒ノ大サニ直線的ニ比例スルモノナリ而シテ其直線ヲ見ルニ耐壓強度ハ耐伸強度ニ比シ一層ソノ影響ノ著シキヲ知ル而シテ此ノ結果ハ吾人カ豫想セシヨリ遙カニ大ニシテ第三表ニ於テ見ルカ如ク標準砂ヲ用フル



普通もるたる一：三ノ強度ヲ一トシテコレ等供試體ノ強度ノ指數ヲ求ムルニ最大一・七九最小〇・四三トナル又細砂もるたる中(7)ト(11)トヲ比較スルニ(7)ハ(11)ニ對シ耐伸強度ニ於テ四週間一・九倍三箇月一・八倍又耐壓強度ニ於テ四週間四・二倍三箇月三・九倍トナリ實ニ其差ハ四倍以上トナルコトアリ本實驗ニ於テハ砂粒ノ大サ僅カニ〇・五七分〇・〇一分間ニ過キサ

ルモ今若シ此範圍ヲ擴張センカ強度ノ差異ノ著シカルヘキヲ推定シ得ヘシ此結果ハ單ニ粗粒ヲ選フト云フ一事ヲ以テ他ニ何等ノ混和物ヲ用フル要ナク又特別ノ裝置及ヒ勞力ニ多クノ費用ヲ投スルコトナクシテ多大ノ利益ヲ收メ得ヘキコトヲ示ス從ツテ川ノ下流及ヒ海濱等ヨリ採取シタル砂ハ一般ニ砂粒微細ナ

ル爲メもるたる及ヒ混凝土工事ニ適セサルハ明カナリ著者ノ一言コ、ニ附加セサルヘカラサル事ハコノもるたるニ關シテ得タル結果ヲ混凝土ニ應用シテ使用砂ノ砂粒ヲ粗大ニスルコトハコノ理ニヨリ勿論混凝土ノ強度ヲ増スヘキモ砂粒ノ大サヲ同一ニシテ單ニ砂利或ハ碎石モ成ル可ク大ナルモノヲ用フルカ強度大ナルカト云フニ著者ノ曾テ爲セル實驗ニ從

へハ碎石ノ大サ二・五吋ヲ最大トセルモ三・五吋ヲ最大トセルモンノ強度ニ於テ大差ナク寧ロ後者カ稍劣リタル結果トナレリコノコトハ蓋シ砂ハツノ粗粒ヲ用フレハ強度カ増加スヘキモ混凝土ハツノ内ニ存在スルもるたるノ質ニシテ同一ナランカ砂利或ハ碎石ノ大サハ混凝土ノ強度ニ殆ト關係ナシ何ントナレハ混凝土カ破壊セラル、場合ニハもるたるノ部分先ツ破碎スルカ爲メナリ次ニ砂粒ノ大サニ關シテ離ルヘカラサル關係ハ使用水量ナリ本實驗ニ於テモ第二表ニ示スカ如ク砂ノ細キ程多量ノ水ヲ使用シタリ從ツテ供試體ノ密度ヲ減シタルヤ明カナリ

今細砂もるたるノ實驗ニ同一程度ノ水分ヲ有スル爲メニ用ヒタル水量ヲ標準砂もるたるニ用ヒタル水量ヲ一トシコレニ比較シ又水量ニ起因スル密度強度等ノ比較ヲ掲クレハ第五表ニ示スカ如シ

第五表

種 類	耐 伸 張 試 體				耐 壓 試 體			
	水 量%	水比 量較	水ノ密度 量ノ =密比	強度比較 四週間 三箇月	水 量%	水比 量較	水ノ密度 量ノ =密比	強度比較 四週間 三箇月
砂								
(4)	9.0	1	1	1	11.0	1	1	1
(7)	8.9	0.99	1.00	1.38	9.1	0.88	1.05	1.64
(8)	9.4	1.04	0.99	1.34	9.7	0.88	1.03	1.47
(9)	11.4	1.27	0.92	0.94	12.0	1.09	0.97	0.93
(10)	12.2	1.36	0.90	0.93	12.9	1.17	0.95	0.90
(11)	13.7	1.52	0.85	0.80	14.0	1.27	0.92	0.81

上表中水量ニ因ル密度ノ比較ヲ計算スルニハ乾燥状態ニ於テせめんと二五〇瓦標準砂七五〇瓦ヲ混和スレハ〇・六八立ヲ得コレニ更ニ水ヲ加ヘ混捏スル時ハ四〇%ノ收縮アルモノトシテ算出セリ而シテ上表ヲ檢スルニ種類(7)(8)ハ其水量ニ於テハ(4)ト略同一ナルモンノ砂粒ノ大ナルト又大小粒ノ配列ノ良シキ爲メ強度著シク大ナリ次ニ細砂もるたるニアリテ

ハンノ水量ノ増加ト共ニ順次ノ強度低下ス

(四) 混和物ノ價值

現今我國ニ於テもるたる或ハ混凝土ニ混和セラル、混和物トシテハ消石灰、火山灰、硅藻土等アリ而シテコレカ單獨ニ又二種同時ニ混和セラル是等ヲ混和ナス目的ハ經濟的見地ヨリせめんとヲ節約シもるたる及ヒ混凝土ノ單價ヲ減セントスルカ或ハ石灰ヲ以テ凝結時間ヲ延長シ火山灰ヲ以テ海水ノ影響ヲ防キ硅藻土ヲ以テ水密ノ度ヲ増シ又もるたるノ上塗ヲ行フ場合ソノ粘着力ヲ増シ所謂「延ビ」ヲ良クスル爲メ等ナリ本實驗ハ先ツ單ニ第一ノ目的タル經濟的價值ニ付キ比較セントスルニアリ今是等混和物ノ經濟的價值ヲ論センニハ單位容積ヲ作ルニ要スル各材料ノ價格勞力強度等ニ付キ考ヘサルヘカラス然レトモコ、ニハ簡單ナル爲メ乾燥状態ニ於テ各材料ヲ混和セル時ノ容積及ヒソノ強度ノ二項ヨリ考ヘせめんと、石灰、火山灰、及ヒ硅藻土カ凝結材料トシテノ有効程度ヲ定メントス第六表ハコレ等ノ關係ヲ表示セルモノナリ

第 六 表

もるたるノ種類	配合	乾テ混ル 燥和容積 状態ノ乾 重ニテ得 ルヤクカ ノ	同 上 容 積		強 度		比較ノ 平均						
			材 験 比 較	耐 壓 試 験 價 値	材 験 比 較	耐 壓 試 験 價 値							
普通	1	0.88	1.00	107	1.00	19.7	1.00	141	1.00	1.00			
(12)	0.9	0.1	3	0.70	16.2	0.99	113	1.06	19.9	1.01	125	0.89	0.99
(13)	0.8	0.2	3	0.72	14.4	0.88	101	0.94	18.5	0.94	125	0.89	0.91
(14)	0.7	0.3	3	0.75	14.3	0.87	89	0.83	17.0	0.86	119	0.84	0.85
(15)	0.9	0.1	3	0.7	15.6	0.95	107	1.00	18.1	0.92	134	0.95	0.96
(16)	0.8	0.2	3	0.7	14.1	0.85	95	0.89	16.6	0.84	122	0.87	0.87
(17)	0.7	0.3	3	0.7	13.8	0.84	79	0.74	14.8	0.75	106	0.75	0.77

試 料	(18)	0.9	0.1	3	0.7	15.4	0.94	103	0.96	19.6	1.00	144	1.02	0.98
	(19)	0.8	0.2	3	0.75	14.5	0.88	96	0.90	18.5	0.94	128	0.91	0.91
	(20)	0.7	0.3	3	0.80	13.0	0.79	89	0.83	16.7	0.85	93	0.86	0.78

上表ノ結果ヲ案スルニ石灰ヲ混和シタル時ニハせめんとノ一割ヲ石灰ニヨリ置キ換フルコトニヨリ材料ノ價格カ一%以上と同様ニ割ニ對シ九%以上三割ニ對シ一五%以上減スルニアラサレハ之ヲ混和スルモ經濟上利益無シ同様ニ火山灰ニ對シテハ四%一三%二三%以上又硅藻土ニ對シテハ二%九%二%以上材料費ヲ減スルニアラサレハ經濟的價值少シ而シテ火山灰ト硅藻土トヲ比較スルニ略相似ノモノナルモ上表ノ示ストコロニヨレハ同重量ニ對シテハ只僅カニ硅藻土ノ價值カ優良ナリ然レトモ同一容積ニ對スル重量ハ硅藻土ハ火山灰ノ約二分ノ一ナレハ同一容積ニ對シ硅藻土ハ火山灰ノ略半價タルヲ要ス以上ハ單ニ強度ヨリ論シタルモコレヲ國家的ニ考フルニ石灰ハ凝固材料トシテ獨立ノ用途アリコレニ反シテ火山灰及ヒ硅藻土ハソレノ用途少シ故ニせめんとヲ節約シ又其價格ヲ低廉セシムル點ヨリコレカ使用ヲ大ニ從廉セサルヘカラス

(五) 明礬液ノ効果

何か安價ニシテ水ニ溶解スル物質ヲ使用水ニ混シもるたる或ハ混凝土ヲ混捏スレハ著シクソノ強度ヲ増加スルモノアラサルカト著者ハ常ニ考ヘ居タルニ偶明礬ヲコノ目的ニ用フレハせめんとノ水ニ對スル化學的反應ヲ盛ナラシメ強度ヲ増加セシムルニ有効ナリトノ米國ニ於テ爲サレタル實驗報告ヲ讀ミ且ツハ從來ノしるべすたゝ液ニコレヲ使用シオルヲ以テコヽニ是レカ實驗ヲ企テタリ其結果第二及ヒ第三表ニ示スカ如ク五%ノ明礬ヲ溶解セル液ヲ用ヒタルニ拘ラス清水ヲ用ヒタルモノニ比シテ何等強度ノ増加ヲ見ス從ツテソノ効果ヲ認メ能ハサリキ

(六) 藁汁ノ影響

混凝土打テ後急激ノ乾燥ヲ防キ且ツ濕氣ヲ保有セシムル爲メ濡蓆ヲ以テ覆ヒタル場合ソノ蓆ヨリ出テタル藁汁ノ爲メ混

凝土カ損傷ヲ受ケ脆弱トナルコトノ有無ノ論既ニ本誌ニ掲ケラレタルコトアリタレハ茲ニ又ツノ實驗ヲ附加スルコト、セリ本實驗ニ於テハ二寸程ニ切りタル藁四〇〇瓦ヲ桶ニ入レ是レニ三立ノ水ヲ注キ一週間放置シタルニ水ハ赤褐色ノ液トナレツコレヲ使用シ一、三もるたるヲ作りタルニ供試體ノ凝結ヲ害シタルヲ見サルノミナラスツノ強度ニ於テモ清水ヲ用ヒタルモノニ比シ著シキ差異ヲ認メス從ツテ本誌ニ於テ會テ論セラレタル論文及ヒソノ討議ノ正ニ首肯シ得ヘキコトヲ確メタリ

第五節 結論

以上ヲ綜合スレハ凡ツ次ノ結論ヲ得

- (一)もるたるノ配合ハ一：一・五乃至一：四カ經濟的ニシテ其強度ハソノ範圍ニ於テハせめんとノ量ト共ニ直線的ニ増加ス
- (二)耐壓強度ト耐伸強度トノ比ハ富性配合ニ於テ大ニシテ貧性配合ニ於テ小ナリ
- (三)砂粒ノ細粗カもるたるノ強度ニ及ボス影響ハ著シクソノ強度ハ砂粒ノ大サニ比例シテ増加ス又ツノ増加ノ割合ハ耐壓強度カ耐伸強度ニ比シ大ナリ
- (四)細砂もるたるノ強度ノ弱キコトハ細砂もるたるニハ多量ノ水ヲ使用スルヲ要スヘキコト亦ソノ一因ヲナスハ明カナリ

(五)砂粒ノ粗大ナルモノヲ用ヒタルト微細ナルモノヲ用ヒタルトソノ差ハ四倍以上ニ及フコトアリ即チ細砂ニ對シズハせめんとノ効果ハ四分ノ一以下ニ減セラル

(六)消石灰火山灰硅藻土等ヲ混和スルコトハコレ等ノ價カせめんとニ比シテ低廉ナル時ニ經濟的の利益ナルノミナラス又火山灰硅藻土ノ使用ハ國益上獎勵スヘキコトナリ但シせめんとニ比シ内三割以上ニ混入スルコトハ強度ヲ著シク減スル患アリ

- (七)同一容積ニ對シ硅藻土ノ價カ火山灰ニ比シ二分ノ一位ナレハ硅藻土ヲ使用スル方カ利益ナリ
- (八)もるたるノ強度ヲ増加セシムルニ明礬液ヲ使用スル方法モ未ダ全ク信スルニ足ラス又糞汁ノ害モ著シカラスシテ混凝土もるたる施工ニ際シ被覆用トシテ濡蓆ノ類ヲ用フルモ妨ケス
- 尙今回試ミタル實驗ノ結果ニヨレハ良質ニシテ且ツ經濟的混凝土或ハもるたるヲ得ルニハせめんと砂トノ割合ハ一：
一・五ト一：四トノ間ニ於テ研究スヘキコト又砂粒ノ大サカ強度ニ最モ多ク影響スルモノナレハ砂ノ大サ並ニソノ質ノ
研究ハ重要ナルコトノ證明ヲ得タリ (完)

第 二 表 も る た る の 強 度 表 (kg/cm²) (大正八年十一月試験施行)

もろたるとるノ 種 類	配 合 せめん 混和物	室 内 温 度 攝氏	水 量	材 齡 四 週 間								材 齡 三 箇 月																			
				耐 伸 強 度				水 耐 壓 強 度				耐 伸 強 度				耐 壓 強 度															
				1	2	3	4	5	6	平均	量	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均					
普通	(1)	1	0	18°	14.7	51.2	51.5	50.4	50.1	47.5	43.5	51.6							65.0	60.7	60.3	51.2	61.3	63.2	(2)						
	(2)	1	1	"	9.4	42.2	43.7	43.2	44.0	41.7	45.3	43.6	11.0	496	514	440	476	495	47.5	41.5	47.9	48.9	47.4	48.2	48.2	572	543	582	510	567	
	(3)	1	2	"	8.9	34.5	34.3	32.5	31.8	33.6	35.8	34.9	10.3	336	340	318	316	345	40.4	42.0	37.3	42.8	39.2	42.2	41.9	432	404	370	360	402	
	(4)	1	3	"	9.0	19.8	21.1	22.5	24.5	15.3	24.0	24.1	11.0	147	161	158	169	158	28.0	29.7	27.8	28.2	28.5	29.7	29.1	181	202	208	202	207	
	(5)	1	4	"	10.0	17.0	16.5	14.5	17.5	14.5	14.2	15.9	11.6	93	97	93	101	98	20.4	19.9	21.5	20.1	17.7	19.2	20.4	119	118	115	110	117	
	(6)	1	5	"	0.6	11.0	11.0	12.6	10.5	11.4	11.8	11.7	10.8	43	60	53	56	57	15.6	13.2	14.3	15.4	14.6	16.0	15.4	64	80	69	62	71	
細砂	(7)	1	3	17°	8.9	26.1	28.5	29.8	26.4	28.2	28.2	28.7	9.1	280	262	310	278	183	37.6	30.3	37.9	36.6	26.4	34.0	37.1	331	360	330	354	309	
	(8)	1	3	18°	9.4	26.2	28.0	27.2	27.7	25.3	25.0	27.0	9.7	190	200	200	206	202	32.6	29.0	29.2	32.9	31.5	32.6	32.4	227	236	223	230	231	
	(9)	1	3	"	11.4	20.2	19.8	19.4	19.8	18.3	21.4	20.3	12.0	100	131	122	126	123	26.0	13.5	26.5	22.6	24.2	24.4	27.3	146	149	140	120	145	
	(10)	1	3	"	12.2	17.1	17.0	16.8	15.0	17.9	17.7	17.4	12.9	101	106	105	92	104	24.0	20.2	21.5	21.4	22.0	25.0	23.9	110	100	108	90	106	
	(11)	1	3	"	13.7	14.5	16.1	13.8	14.2	16.3	12.9	15.3	14.0	70	64	69	57	68	18.8	20.7	21.8	18.3	19.4	19.6	20.4	82	90	88	85	83	
石灰	(12)	0.9	0.1	3	16°	10.0	20.9	22.4	22.5	23.0	21.7	21.9	23.0	10.0	100	156	161	162	161	27.6	16.0	26.3	29.3	27.2	29.3	28.4	183	182	170	162	173
	(13)	0.8	0.2	3	"	10.0	20.2	17.7	20.7	20.6	18.6	17.3	20.0	10.0	128	144	137	140	140	23.5	24.5	25.7	26.2	26.2	24.0	27.7	108	172	172	174	173
	(14)	0.7	0.3	3	"	10.0	19.4	18.6	17.3	17.6	19.4	18.7	19.0	10.0	122	118	115	113	118	23.3	21.7	22.4	21.9	22.8	20.7	22.6	134	151	162	164	159
火山灰	(15)	0.9	0.1	3	15°	10.0	13.9	19.0	21.3	20.8	21.4	20.7	22.3	11.0	140	146	156	153	153	22.9	26.6	26.1	23.0	25.4	27.1	25.9	172	192	176	200	191
	(16)	0.8	0.2	3	"	10.0	21.1	19.6	20.0	19.4	20.1	19.6	20.2	10.0	137	119	129	138	135	23.2	24.5	24.1	22.3	22.9	20.2	23.7	174	174	174	160	174
	(17)	0.7	0.3	3	"	10.0	19.9	17.7	21.0	19.3	15.8	18.7	19.7	10.0	112	113	113	110	113	20.2	18.0	22.6	22.8	19.0	18.5	21.2	156	142	150	150	152
硅藻土	(18)	0.9	0.1	3	16°	10.8	23.1	21.2	20.5	21.3	20.6	22.3	12.0	10.8	120	135	158	149	147	27.1	27.8	27.3	28.4	23.5	26.3	28.0	194	222	198	192	205
	(19)	0.8	0.2	3	"	12.1	20.0	21.4	16.8	17.5	19.3	17.4	14.3	2.1	127	126	122	132	128	27.4	28.1	26.9	26.0	25.0	22.1	21.6	168	170	164	172	170
	(20)	0.7	0.3	3	"	13.5	16.5	16.1	15.0	15.8	16.5	15.6	16.3	3.5	113	111	110	80	111	20.5	22.0	18.4	21.7	19.6	22.3	20.9	115	111	117	107	116
明 礬	(21)	1	3	15°	10.0	20.9	21.6	22.1	21.8	21.1	21.5	22.8	10.0	156	157	164	63	161	28.6	13.4	29.3	26.9	18.1	27.6	28.4	199	201	186	186	195	
葉 汁	(22)	1	3	17°	10.0	23.6	21.6	21.6	21.0	22.8	23.4	23.1	10.0	157	163	141	147	156	26.5	24.5	26.7	23.0	23.1	27.7	26.5	202	198	202	212	205	

(大正八年十一月試験施行)