

始



淺間輕量混凝土材料 第一報告
全實利用組合編

337

453

337-453

試 驗 報 告

淺間輕量混凝土材料

(第一報告)

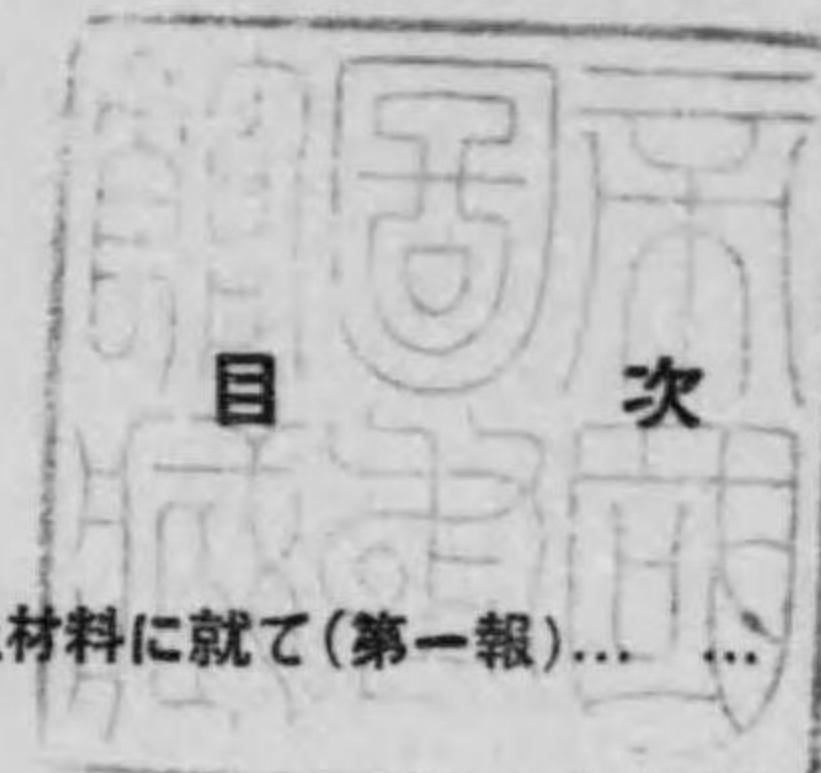


長 野 縣 小 諸 町

有 限 責 任 淺 間 輕 量 混 凝 土 材 料 販 賣 利 用 組 合 出 版

大 正 十 五 年 六 月

337-453



I. 浅間軽量混凝土材料に就て(第一報) ... (1-23)

理學士 内田 泰郎 講演

II. 試験所報告寫

(A) 東京工業試験所報告 ... (24-25)

(B) 府立東京商工獎勵館 ... (26)

仙台高等工業学校 寄贈本





浅間軽量凝土材料に就て (其 一)

内 田 泰 郎

I. 結 論

茲に浅間軽量凝土材料として公にするものは長野縣北佐久郡小諸町及び同縣下輕井澤附近一帶に地表下僅かの處に厚層をなして産出する火山灰火山砂火山礫等のすべてを云ふのである。小諸は往時商業の中心地として知られ又輕井澤は避暑地として知られてをる處で共に實業家又は學者の集まる土地であるからどうに其の土地の火山灰については注目さるゝばかりでなく研究されて利用方法が考へられてあるべきである。しかるに事實はそうでない記録には少しばかり見當るが實際に使用する點まではゆかない。火山灰のこを書いた著述にも殆んど論及していない。しかるに小諸町に開業してをる田村源一郎氏は地方に得がたき名醫にして特に關東大震災のときの敏捷なる活動と仁術とには世間より感謝された方であるが同氏は早くも此材料に注目し利用法を考へ天然物の利用し得ることを發見した。先づ第一に實例を示すべく自分の住宅を此材料で建築してみせた。町の有力者は之を見て始めて利用し得ることを理解するに至つたのである。そうなるに誰彼れとなく使用することになつた素人の施工法と云ふものは成功することが少ない意外な疑問を起すことになる。又一面には單に使用し得ると云ふこと丈を聞いてうまく立廻つて

一つものにしようと思はれる者も出かけた。しかし火山灰の利用に關する事業はそう一寸企業して利益のあるものではないことを承知してをる田村氏は一面には専門家の證明を得て世間を欺かざること、他面には産出する地方の事業として企業して漸次發展せしむると云ふ堅實なる計劃を以て所信を實行することにした。昨年末醫學部の醫學博士鶴飼哲氏より話があつたので恰度有用材料調査中ではあるし火山灰については研究してをるから産狀を視察することにした。淺間山を中心として數里の地は至る所地下1尺乃至3尺にして洪積層狀でない素人が見ても火山灰だと思はれる産狀にして色別けにすると非常に澤山あるが大体は黄色、鐵色、淡紫色、灰色の四つになる。組織をみると玻璃質であつて多量のアルカリ成分を含有することから岩石學上よりも火山灰の特徴を示してをる。顯微鏡で見ると輝石、石英粗面岩の類が可なり多く含まれてをる。

火山灰の利用については古くより世界に實施させてをり本邦に於ても至る所で事業を起してをる。宮城縣下には白石火山灰、宮城火山灰、朝日火山灰の三會社がある位である。火山灰は成分としてセメントと混和して使用し得るとするもセメント業の進歩せる結果又は不景氣の結果セメントが安くなれば火山灰の使用の減少することは當然なことである。殊に火山灰と云ふても單に山より掘り出せるものを篩別する位の加工にて使用し得るならば製産費僅少なるとも岩層狀となり火力を用ゐて焼き又粉碎機にて粉末にし篩別すると云ふ加工をやらぬ

と使用されないものであると製産費が高くなるから安く需要に應じられない。又使用者としても餘程の効力がなければ特更に混和材を混じて工事に使用することは普通工師のしないことである。火山灰は加工費最少にして需要最大確實なときのみ事業として成立する性質のものであると思ふ。其點から小諸町附近は地位が不利で確氷隧道があり搬出に面倒であるから出来る限り製産費を少なくする必要がある。それには單に掘起して篩別して使用するか或はそのまゝ使用すると云ふことの外にはない。そこで此使用法でどれ位の程度に利用し得るかを研究してみることにになり、研究の試料をば仰ぐことにした。天然物を利用し得るものはなるべく利用したならば其産地の小地方が利するばかりでなしに廣く本邦の利益となると云ふ數年來の余の主張により研究を開始した理である。

II 實 驗

利用に向つて研究するのに種々なる事項があると思ふが茲に報告するものは一部分にすぎないのであつて製造法、化學成分、輕量度及強度試驗(材齡三ヶ月)についてである。他は次に報道したい。

(1) 製 造 法

小諸町附近は僅かの地表を掘れば下から種々なる色の火山灰が何處にもある。市街地にありては住んでをる家の下の土を掘つて其掘起した火山灰を利用して上にコンクリートの家が建ち同時に地下室が出来ると云ふ位である。又小さな松山を地表を少しくづせば下は火山灰であつて容易に採掘し得る。

而して天然の太陽熱で即ち天火で乾燥すると極めて容易に乾くし又陰乾しても容易に乾くものである。之れ未だ變化を受けること極少ない火山灰だからである。試料としては最も容易に採取し得る處で最も將來搬出に便利であるものを選び人夫が無心で米の空俵に入れたものにつきて各種何れも3俵宛篩別して平均をとることにした。篩は砂利篩砂篩を用ひ砂篩の一號にて篩つて目を通らぬものはすべて砂利とし又砂篩の第四號を通つたものは火山灰とし其間ものは火山砂と呼ぶことにした。此篩別作業にて四種類の火山灰を篩別せるに次の結果を得たのである。

種類	火山砂利 (%)	火山砂 (%)	火山灰 (%)
灰色	50.2	23.0	26.8
紫色	54.0	22.0	24.0
黄色	32.0	31.8	36.2
鐵色	49.0	24.0	27.0

此結果は元より極大体を判断する参考となるにすぎないもので大きな山や廣い平地を何處を掘起しても此割合であると思ふと間違ひである。しかし成因より考へて大体は之と似た値になつてをるとも考へらるゝのである。上の結果からまづ容積で百分中20だけは火山灰分であると思ふ。

但し此處で云ふ火山灰と云ふのは普通の製品である毎平方糎に900孔を有する篩にて篩別して殘滓が百分の五と云ふ程度の細かさでなくしてもつと粗粒のものも混じてをるものであ

る。此篩別作業によつて得た處の所謂火山灰が使用した上で相當の効力があればそれで利用の途が生ずる理である。此火山灰を袋なり俵に入れて運搬すればよい。又ばらにして貨車に積んで遠方に送るもよい。斯の如くして製造法はなるべく停車場に近くて足場のよい所に採掘及製造場を設ければ容易であると思ふ。

(2) 化學成分

火山灰の化學成分と云ふと現在検査する成分は可溶性の硅酸である。其可溶性硅酸は九州地方のは少ないが北の方にくるに従ひ多くなる傾向がある。此可溶性硅酸につきて四種類の火山灰につきて試べた結果

灰色	31.02 「パーセント」
紫色	24.32 "
鐵色	28.42 "
黄色	31.87 "

である。此實驗は既に斷つてあつた通り余の呼んでをる粒の程度の火山灰をそのまま分析したものであるから非常に微細にしたものと多少率が異なるべきである。元來可溶性硅酸は試薬が濃いか薄いか温度が高いか低いか時間が長い短か等によつて可なり違ふものである。之について余は研究して成績を持つてをる。それで此火山灰の如くに粗粒を含むものは比較的可溶性硅酸の含有量が少なく出るものである。此分析は四種とも同一程度の乾燥をやり全く同様に取扱つての成績である。可溶性硅酸分より甲乙をつければ黄色のものが最

もよく紫色が最も多いと云ふことになる。けれども可溶性
 珪酸の多量なるもの必ずしも強度が大であるとは云へないの
 で火山灰中の可溶性珪酸はある量だけあればそれ以上は割合
 より考へて入用でないことになる。何れだけあればそれでセ
 メントと混和したときに澤山であるか詳しく研究した人はな
 い。要する火山灰中の可溶性珪酸はセメントと混用したとき
 に20「パーセント」乃至25パーセント以上あれば充分である様に
 思ふ。

次に全分析をやつて見たのに次表の如き成績を得た。
 但し之れも火山灰そのまゝを試料としてのものである。

成 分	種 類			
	灰 色	紫 色	鐵 色	黄 色
SiO ₂	31.02	24.32	28.42	31.87
Fe ₂ O ₃	2.12	2.95	6.32	3.30
Al ₂ O ₃	3.28	3.06	2.57	2.94
Ca O	1.93	1.85	1.60	1.47
Mg O	0.42	0.38	0.54	0.13
Na ₂ O, K ₂ O	0.52	0.41	0.47	0.29
Irs. m.	24.21	22.53	24.15	22.70

此結果より見るも他の火山灰と比較して著しく異なる成分
 がないことが分る。

此化學成分につきては特性とも思ふものにつきて詳しく研究
 して第二報で發表することにした。

(3) 輕量度試験

名づけて火山灰砂及砂利を總稱して淺間輕量混凝土材料と

呼ぶことにしたが果してどの程度に輕量であるかを明かにす
 る必要があると思ふ。たと見たばかりで輕そうだから其名を
 つけて見ただけでは不充分である。或は輕そうに見いて重い
 ものものないとは云はれない人間の目見當と云ふものと考と云
 ふものは當らぬことがある。之れを確めるのが比較研究であ
 る。普通の混凝土材料よりも比較の結果研究して何れだけ輕
 いかと云ふことをば數字的に示さなければならぬのである。
 火山砂、火山砂利は川砂、川砂利と比較して輕くあつても吸水量
 が多くあれば結局出來上つた混凝土は少しも輕くはないので
 ある。吸水量の多い材料を用ゐたときの普通の材料と同じ水
 量で混凝土を捏ねれば水分不足で充分に硬化が出來ないがさ
 がさな弱いものを作ることになる、よくある例である。

そこで此材料が何れだけの吸水量を示すかを始めに普通の
 乾いたものにつきて試べなければならぬ。之を實測せるに
 次表の成績を得たのである。

種 類	吸 水 量 (百分率)		
	(充分に乾かしたとき)		
	砂 利	砂	灰
紫 色	48.5	33.5	21.6
鐵 色	45.0	31.2	19.8
黄 色	29.6	18.7	13.4
灰 色	34.5	26.3	16.9

此結果より非常多く吸水することが分る。此材料を用ふる
 ときはもし乾いてをるとすれば餘程餘分に水を加へないと水
 分不足を招ぐことになる。

更に此材料を用いた場合に適度の水量を用いて混捏したときモルタルにつきて川砂と軽量混凝土材料とを比較すると次表の如き成績が得らるゝ。但し軽量度は見掛けの比重にて川砂モルタルと比較し軽量混凝土材料の火山砂モルタルの川砂モルタルに對する比にて計算し百分率にて示すことにした。

割合	輕 量 度			
	紫 色	灰 色	鐵 色	黄 色
1:9	5.58	2.79	-3.72	6.05
1:8	3.17	6.79	5.88	7.69
1:7	6.64	7.52	7.96	9.29
1:6	4.46	4.91	5.89	4.91
1:5	2.73	4.55	2.73	4.55
1:4	10.43	10.48	-1.31	10.04
1:3	8.66	10.82	0.43	10.82
1:2	5.81	7.88	9.54	9.13
1:1	7.72	8.13	9.76	6.91

此結果を見るに鐵色は少し反對の現象を示すが他はすべて相當の値だけ軽いことが明かである。灰色にありては2.8パーセントより10.82パーセントほど軽くなり、紫色にありては2.73「パーセント」から10.48「パーセント」だけ軽くなり而して強度も此二種は弱めらるゝことが少ないと云ふことであるから軽量混凝土材料として相當に利用し得るものである。黄色のものも4.5「パーセント」から10.82「パーセント」まで軽くし得るが之は強度が伴はぬからあまり強度を要する部分へは用ゐられない。鐵色したものが反つて重いと云ふ結果になるのは粗粒中に比

較的重量大なる鐵屑が含まれてをる爲めに稀には重いものも生ずることが起り得べきであるから鐵色は必ず軽量であると云はれない。

以上は断面50平方厘を有する正立方体に填充したときでも2疔の鎚にて150回敲へたものでの比較であるが、次には一邊15厘の正立方体にたどつめたときのもので比較して見たならば如何なる程度になるかを見たのである。

割合	輕 量 度			
	紫 色	灰 色	鐵 色	黄 色
1:6	5.52	8.29	-2.76	7.73
1:8	2.18	2.73	-3.18	2.73
1:7	3.63	8.29	-2.07	7.25
1:6	7.25	8.81	-3.63	9.84
1:5	9.05	9.05	6.50	11.56
1:4	10.84	10.85	7.88	14.29
1:3	9.61	9.61	5.29	8.65

此場合にも紫色、灰色、黄色は何れも常に軽量であるが只鐵色は性質上反つて重いと云ふことになることは注目すべきことである。

以上填充及供試体の大きさを異にせるもので比較せるに紫、灰、黄の三種は常に相當の大きさだけ軽いと云ふことがモルタルのときに見出されたのである。

次に川砂、川砂利を用いたときの1:3:6混凝土と軽量混凝土材料の1:3:6とを比較して見るに

種類	軽量度(百分率)
紫色	22.27
灰色	24.55
鐵色	15.45
黄色	24.09

なる割合であつて混凝土の場合には著しく軽くなる紫、黄、灰の三種は約80「パーセント」に構造物を軽くすることが出来る計算になる。大きな構造物にて基礎不完全な處にては使用して非常に利益である。しかし強度が伴はなければ軽いからとて大切な工事に易く用ふることは出来ない。事狀が許せば利用し得ることになる。

次に鐵筋混凝土に用ゐらるゝ割合の川砂利、川砂使用の1:2:4混凝土につき此軽量混凝土材料を用ひたときとを比較して見るに次表の如くである。

種類	軽量度(百分率)
紫色	22.17
灰色	23.48
鐵色	19.13
黄色	24.35

此結果より矢張1:2:4混凝土にありても著しく軽くすることが出来る、少なくとも20「パーセント」は軽くなるとみてよいから8割の重さしかない。建築を鐵筋でやるごきに此軽量混凝土材料を用ふる時は同じ大きさであつても軽いものが得られ基礎工事に於て利益することが少なくない。只強度は減少する

が施工を完全にやりさいすれば比較的粗末に施工される川砂、川砂利使用の混凝土と同じ様な効力のあるものが得らるゝことにならう。

次には基礎工事に用ゐらるゝ1:4:8の割合のものにつきて比較してみるに鐵色を用ひて實測せる結果15.09「パーセント」だけ軽いことになるから他の色のものでは矢張50「パーセント」は軽いことになると思ふを得る。

次に1:3:6混凝土に於て砂利だけをば川砂利及び火山砂利を用ゐて比較して見たらば如何になるかと云ふに次表の如くである。

種類	軽量度(百分率)
紫色	24.09
灰色	28.18

之を見ると約四分の一だけ軽いものが得らるゝことになる又1:2:4混凝土に於て只砂利の部分を川砂利及び火山砂利として比較して見ることにした結果は次表の如くである。

種類	軽量度(百分率)
鐵色	12.18
紫色	25.65

此結果から八分の一乃至四分の一だけ軽くすることが出来る。次に1:3:6混凝土に於て砂利の部分を川砂利を用ゐたときと軽量混凝土材料を用ゐたときとを比較して見たのによつて鐵色のものは15.91「パーセント」だけ軽くすることが出来るから他の色のものであるともつと軽くすることが出来る。

更に 1:2:4 混凝土に於て砂利の部分を川砂利を用いたときと軽量混凝土材料を用いたときとを比較して見るに鐵色のもので 17.83「パーセント」だけ軽くし得るから他の色のものでは少なくとも 20「パーセント」は軽くすることが出来ることになる。

以上多くの場合につき軽量度をしらべて見たのであるが何れも可なりの程度に軽くすることが出来ることは確かである、特に混凝土としては各種常に軽いものが得らるゝことになるから篩別しないものを軽量混凝土材料と稱ふるも差支は起らない。只鐵色のものを用いたときに川砂使用セメントモルタルと比較すると反つて重くなることもある。要するに軽量混凝土材料なる名稱は當を得たものであろう。

(4) 強度試験

強度試験には種々の方法あるが最も重要なのは普通の混凝土の混合剤の代りに軽量混凝土材料を篩別せずにそのまま用ひたときに強度が如何なる程度であるかと云ふことであらうと思ふ。そこで四種類の火山灰につき容積比でセメント 1 に對し軽量混凝土材料を 9. 8. 7. 5. 4. 3. 2. 1. と混じ稠度の水量を乾濕の程度によりて次表に示せる値を用ひて混捏し¹⁵ 1 立方体の型に別に敲くことなしに填充して供試体を二ヶ年間の試験に要するだけ製作し材齡の來るを待つて耐壓強度を試験することにした。

種類	稠度の水量 (容積百分率)
紫 色	13 — 18
灰 色	12 — 16

鐵 色	13 — 18
黃 色	10 — 14

材齡 3 ヶ月までの成績を表示すれば次表の如くである。但し各種各材齡に於て五個の供試体につき試験し其平均値を以て成績とした。

割合	材 齡	種 類			
		紫 色	灰 色	鐵 色	黃 色
1:9	4 週	42.56	45.22	23.31	18.36
"	2 ヶ月	62.69	66.06	57.11	32.26
"	3 ヶ月	78.21	73.95	71.59	36.35
1:8	4 週	62.22	69.73	42.35	35.92
"	2 ヶ月	76.55	68.99	49.78	43.16
"	3 ヶ月	99.59	95.81	80.00	42.13
1:7	4 週	65.18	73.90	44.77	32.47
"	2 ヶ月	76.56	103.00	65.06	52.36
"	3 ヶ月	100.37	110.74	84.88	57.59
1:6	4 週	86.61	84.03	66.57	54.05
"	2 ヶ月	91.18	113.40	90.37	70.27
"	3 ヶ月	112.12	129.90	98.88	75.39
1:5	4 週	99.63	93.25	80.21	58.72
"	2 ヶ月	114.07	116.58	103.91	77.13
"	3 ヶ月	117.89	130.43	114.21	79.86
1:4	4 週	93.41	84.53	88.65	83.21
"	2 ヶ月	152.30	133.84	113.12	148.47
"	3 ヶ月	175.49	148.05	124.4	168.87
1:3	4 週	112.34	131.99	119.75	102.26
"	2 ヶ月	162.66	177.77	128.26	154.87
"	3 ヶ月	182.40	183.54	135.28	171.10

1:2	4 週	134.47	153.32	117.46	126.27
"	2ヶ月	207.00	218.14	160.86	180.83
"	3ヶ月	208.86	224.42	207.52	184.65
1:1	4 週	—	—	142.96	—
"	2ヶ月	—	—	185.53	—
"	3ヶ月	—	—	211.53	—

此結果を見るに材齢3ヶ月までの間にありては紫色と灰色とは殆んど似た強度を有つてをるが何れかと云ふと灰色が最も強いと云ふことになる。鐵色及び黄色は比較的弱い、けれども著しく弱いと云ふのではない。

次に此軽量混泥土は普通の川砂及び川砂利を用いた混泥土と比較して何れ位差があるかを見る爲めに全く同一程度に供試体を製作して強度を試験せるに次表の如き結果を得たのである。但し砂及び砂利は廣瀬川より採取せるものを用いた。

材 齢	割 合		
	1:2:4	1:3:6	1:4:8
4 週	123.84 (kg/平方m)	64.56 (kg/平方m)	35.49 (kg/平方m)
2ヶ月	157.23	69.60	54.00
3ヶ月	160.00	85.10	63.45

此結果と前の結果とを比較すれば紫色、灰色共に1:8乃至:7の割合のものが普通の1:3:6混泥土と同一強度と見ることが出来る。又1:4乃至1:3割合のものは紫色、灰色、黄色何れも1:2:4混泥土の強度と同一と見ることが出来る。尙1:4:8混泥土に相當する強度は紫色、灰色であると1:9の割合にて有つことになり、鐵色及

黄色であると1:8乃至1:7の割合にて有つことになる。

次に普通の混泥土1:4:8に相當する割合の軽量混泥土1:1:2をば鐵色の粗及細の二種につきて試験せるに次の成績を得た。

	耐 壓 強 度 (kg/平方m)		
	4 週	2ヶ月	3ヶ月
1:12 (鐵色 粗)	20.68	28.69	34.92
1:12 (" 細)	18.03	24.71	29.47

此結果を見るに可なり弱いものになる。

次に鐵色の粗なるものと細かなものと何れが強いかを比較する爲めに1:9割合のものにて試験せるに

	耐 壓 強 度 (kg/平方m)		
	4 週	2ヶ月	3ヶ月
鐵色 粗なるもの	34.87	51.47	61.13
" 細かいもの	26.39	32.40	42.89

之れ故に粗なる方が強度が大である、之は上の1:2割合のものでも明かにそうなつてをる。鐵色を用ふるならば粗なる塊のある方を用ふるが利である。

次に篩別して得たる火山砂利をば川砂利の代りに代用したならば如何なる程度に強度が異なるかを見出す爲めに試験せるに次表の如くである。

割 合	耐 壓 強 度 (kg/平方m)			
	1 週	4 週	2ヶ月	3ヶ月
1:2 (川砂):4 (紫色火山砂利)	42.80	62.88	—	—
1:3 ("):6 (")	22.66	28.89	—	—

1:2(〃):4(鐵色火山砂利)	26.65	46.28	56.17	—
1:3(〃):6(〃)	21.54	27.86	45.06	48.88
1:3(〃):6(灰色火山砂利)	33.91	37.51	—	—
1:1.5(〃):3(鐵色火山砂利)	53.33	95.10	—	—

此結果より火山灰砂利にて代用するときは1:2:4混凝土にありては紫色は約半分の強度となり、鐵色は約三分の一の強度となる、又1:3:6混凝土にありては灰色は約40%、紫色は55%、鐵色は60%強度の減少を來たすことになる。之れ火山砂利は火山砂利それ自身が何れも川砂利に比較して強度小であるからである。

次に火山灰の代りに川砂を用ゐて1:9より1:3までの割合にて試験して見ると次の如き成績になる。

割合 (セメント:川砂)	耐 壓 強 度 (kg/平方寸)			
	1 週	4 週	2 ヶ月	3 ヶ月
1:9	—	12.51	18.98	22.33
1:8	—	12.26	18.58	25.95
1:7	—	15.95	26.28	43.68
1:6	—	35.60	38.65	45.90
1:5	22.93	56.62	61.20	74.40
1:4	31.34	74.13	78.00	83.20
1:3	—	107.0	140.00	146.30

此結果より見るとモルタルとしての比較は1:3よりも割合のよくないものであれば常に火山灰を川砂の代りに用ふる方が利益であることが分る。恰度1:3のときは川砂でも火山灰でも同一強度であるがそれより割合のわるい1:4以下は各種火山灰

何れも川砂よりも強いのであるから、砂利を入れないモルタル工事であるときは川砂を用ふるよりも著しく有利であると云ふことになる。通例各戸に於て土間とか風呂場、店先き等をよくモルタルにて簡単に工事をやるが、その際川砂を用ふる代りに軽量混凝土材料を用ふるとより丈夫なものが得らるゝのである。之は最も利用上注目すべき結果であつて利益することが多いと思ふ。

次に全く同様な試験をば断面面積50平方寸を有する正立方体をば2斤の重量を有する錘にて150回打ちて供試体を製作しそれを製作後24時間は温氣箱中に静置し後水中に貯藏して材齡の來るを待ちて耐壓強度を試験せるに四種の軽量混凝土材料及川砂につきて次の成績を得たのである。

割合	材 齡	耐 壓 強 度 (kg/平方寸)				
		紫 色	灰 色	鐵 色	黄 色	川 砂
1:9	4 週	77.3	63.8	69.4	52.5	42.0
"	2 ヶ月	98.3	97.1	83.1	52.8	44.0
"	3 ヶ月	101.4	116.6	106.6	55.2	51.5
1:8	4 週	84.6	91.5	55.6	61.5	42.9
"	2 ヶ月	102.6	102.9	83.1	81.5	46.0
"	3 ヶ月	113.0	128.6	118.0	84.4	56.0
1:7	4 週	112.7	126.1	58.4	69.0	67.9
"	2 ヶ月	131.8	131.4	85.0	81.9	74.1
"	3 ヶ月	135.0	152.0	121.0	114.0	86.6
1:6	4 週	107.0	115.2	77.86	91.2	77.5
"	2 ヶ月	140.6	134.0	83.2	102.2	78.6
"	3 ヶ月	171.6	174.8	105.4	106.3	103.2

1:5	4 週	129.7	122.5	77.1	101.9	78.9
"	2 ヶ月	164.6	138.1	85.4	110.1	94.8
"	3 ヶ月	195.6	172.2	117.0	127.0	194.0
1:4	4 週	145.6	158.2	207.8	128.8	163.3
"	2 ヶ月	169.7	171.6	241.4	139.9	200.8
"	3 ヶ月	187.0	176.5	203.0	146.2	211.2
1:3	4 週	187.5	183.0	205.4	154.4	226.4
"	2 ヶ月	198.0	143.4	206.8	192.0	247.4
"	3 ヶ月	233.0	202.2	230.0	214.4	283.2
1:2	4 週	232.1	213.7	232.1	222.1	279.1
"	2 ヶ月	238.0	283.5	235.2	227.0	306.2
"	3 ヶ月	308.8	294.6	247.4	285.4	294.0
1:1	4 週	343.0	328.9	321.2	275.5	415.8
"	2 ヶ月	351.0	347.6	346.0	333.9	424.0
"	3 ヶ月	437.5	426.6	390.4	354.8	448.2

此結果を見るに充分敲き堅めて作れる供試体につきての成績によるときは前の大きな供試体で別に敲かないときと少しく異なり1:5より割合のわるいときには川砂を用ふるよりも軽量混凝土材を用ふる方が利益であると云ふことになる。之れ敲くときは川砂使用のとき空隙をより少なくなし得るから比較的割合のわるいものでも密になり強度が高め得らるゝことになるし軽量混凝土材は大小混合してをり比較的敲くもより密となし強くし得ないと云ふ理由から少しく利用の度が低つたと云ふ形になるのは然るべしと考へらるゝのである

普通に用ふる川砂使用の1:3モルタル又は1:2モルタルと同様の強度を持つ軽量混凝土モルタルであると大体に於て一

等だけ割合をよくすればよい即ち1:2及び1:1を用ふればよいことになる。斯く上等のモルタルを使用する場合にも川砂が容易に得られない地方であると川砂を得る費用とセメントを餘分に要するセメント代とを比較するときは或は反つて軽量混凝土材を用ふる方が利益であるまいかと思ふのである。其地方の川砂又は川砂利の價格によりて何れが利益であるか決定さるゝことである。非常に粗末なる工事で割合のわるい川砂モルタルを用ふるべきであるとき、そのときは常に川砂代用に軽量混凝土材料を用ふる方が利益であることは明かに實驗上證明されたことである。

耐伸強度試験

浅野セメント一分に廣瀬川砂(細粒)三分を(容積にて)混じり1:3モルタルとし又浅野セメント一分に火山砂火山灰混合のもの三分容積にて)を混じり1:3モルタルとして何れも適度の水量にて混捏し供試体を製作し24時間は湿氣にとむ箱中に静置し後は水中に浸してをき材齡の來るを待ちて各6個につき試験し平均値をとりて成績とした。但し作型には1500斤の壓力を徐々に加へることによれり。材齡3ヶ月にての成績は次表の如くである。

種 類	耐 伸 強 度 (斤/平方寸)			
	7 日	28 日	90 日	4 ヶ月
紫 色	13.84	25.17	38.67	47.20
灰 色	12.35	20.09	38.21	—
鐵 色	15.16	21.78	30.30	33.95

黄色	12.83	18.12	26.58	—
川砂(細粒)	11.47	18.50	22.89	—

此結果を見るに火山砂及灰の混じてをるものを用ふるときは殆んど常に川砂の細粒を用ゐたるものより強度大である。之を川砂標準砂の場合と比較すると鐵色及黄色は殆んど90日に於て相似た値であるが紫色及灰色のものにありては強いことになる。圖示すると分る通り強度の増し方がはげしくしかも長く續いてをることより見て非常に効力のあるものと思はれる。

次にセメントの容積に對し鐵色の火山灰をば百分率5,10,20,30を混じたるもの一分に何れも川砂細粒3分を混じ1:3モルタルとして耐伸強度を同一取扱ひのもとに試験せるに次の成績を得たのである。

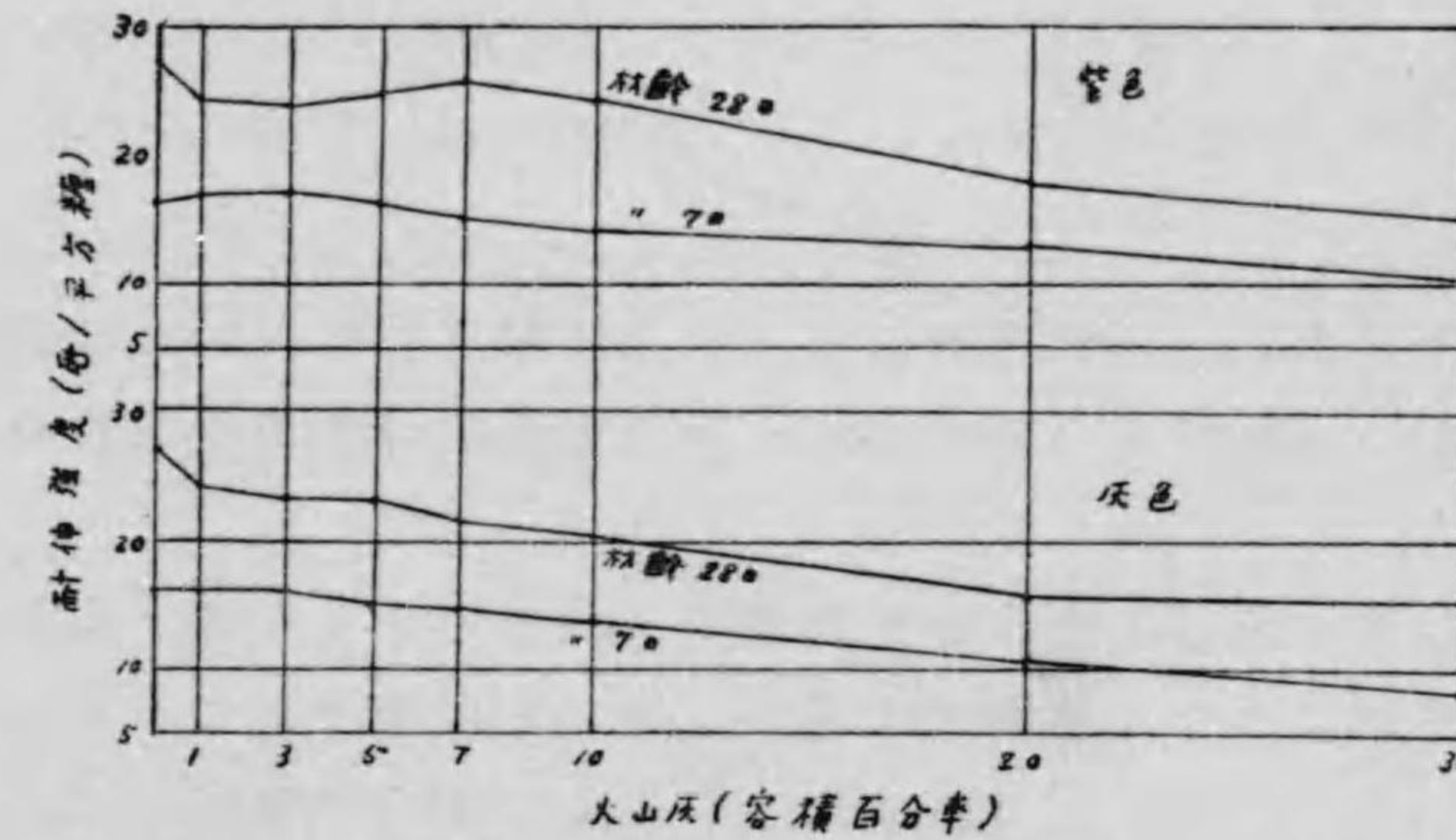
材 齡 (日數)	耐 伸 強 度 (kg/平方cm)				
	割 合 (容積百分率)				
	0	5	10	20	30
28	18.5	15.2	14.1	13.3	9.7
90	22.9	16.1	14.7	14.7	13.0

此結果を見るにセメント混和劑としての使用であると僅か混和するも相當に強度が減せらるゝことが分る。此鐵色についての成績を見て他の強度に好影響を與へると推論しうる灰色及紫色の二種の火山灰につきて同様な實驗を行ふことにし供試体を二ヶ年分1:3モルタルとして製作して試験せるに材

齡7日及28日に於て次の成績を得た。

割 合 (百分率)	灰 色		紫 色	
	7 日	28 日	7 日	28 日
0	16.4	27.98	—	—
1	16.31	24.10	17.05	24.03
3	16.33	23.51	17.43	23.88
5	14.93	23.43	16.50	24.51
7	14.26	21.16	14.90	25.40
10	13.4	20.28	13.77	24.19
20	10.19	16.04	12.79	17.10
30	8.14	15.37	9.77	14.48

此結果を圖に示すと次の如くである。



此結果を見るに混和劑として使用するときは火山灰を加へたことに依て補強すると云ふことはない。多い少ないはあるが火山灰を混和すると強度が減退することになる。其減退の割合は紫色の方が灰色よりも小である。之は材齡の小なるこ

きのもので材齢とともに減退の程度が小になり20「パーセント」位までは混和するも大なる影響なきことになりはせぬかと思はれる特に紫色のものはそうである。之れを九州火山灰及唐津火山灰の製品に比較すると少々劣つてをる即ち此兩者は30「パーセント」までは混和するも極僅かしか強度を弱めないのである。全く並行に試験して比較しつつあるが略すことにした。

次に篩別した火山砂の粗粒を用ひて1:3モルタルの耐伸供試体及び耐壓供試体をニケ年分製作して試験することにした。挙げ得た成績は一週試験のみであるが左に示すことにする。

種	類	強 度 (斤/平方寸)	
		耐 伸	耐 壓
灰	色	19.69	166.25
紫	色	22.19	206.64
鐵	色	7.31	85.49

之を見るに砂として精製してみると紫色のものが最も強いと云ふことになる。砂としたときの成績は紫色、灰色、鐵色の順である。

更に同じ粗粒の火山砂を用ひて1:2モルタルを以て耐伸強度を三者につきて比較して見ることにし試験せるに

紫	色	30.38	(斤/平方寸)
灰	色	27.69	"
鐵	色	26.35	"

なる値を示せり矢張紫色は最強である。

此結果より篩別して砂を精製して川砂の代りに用ふるなら

ば紫色がよいと云ふ結論になる。尙材齢の大なるものにつきて成績をあげた後に再び比較することにした。此砂として川砂と比較するに平均の川砂と大差がない。しかし多摩川砂の如き上等のものであるとはるかに優つてをる只紫色砂は殆んど似た成績を示してをる。

以上耐伸強度試験によりて火山砂、火山灰何れも川砂の悪いものよりは強度が大であり平均のものに似た値を示し優良なる川砂或は標準砂よりは劣つてをる。あまり上等の砂が得られぬ處又は左程上等であることを必要としない工事には浅間軽量混泥土材料を利用し得ることになる。而して只篩別けることに依て得らるゝ火山灰を混和剤として使用することも約モメントの割位程度ならば強度に大した影響を與へないから利用すれば可なり使用さるゝことになる。要は價格にあるので比較的安く同一強さのものが得らるゝならば大に利用さるゝことになる筈である。

II. 試験所報告寫

(A) 東京工業試験所報告

(1) 工報第24133號

報 告 書

長野縣北佐久郡小諸町丙38番地

依頼者 田村源一郎

品名 火山灰

右當所へ提出したるものに付試験の成績左の如し

		1 號	2 號	3 號	4 號
配合比(容積)	ポルトランドセメント	1	2	1	2
	供試品	9	8	5	4
	軽石	0	0	4	4
耐伸強 (每平方厘=付底)	製型水量(%)	18.5	17.0	17.0	16.0
	四週	12.3	24.8	8.9	17.6
	拾貳週	21.8	40.2	16.3	23.0
	貳拾四週	32.6	40.2	20.3	25.5
耐壓強 (每平方厘=付底)	製型水量(%)	19.0	17.0	17.0	16.0
	四週	65.0	160.0	70.8	106.8
	拾貳週	141.0	322.0	102.5	115.5
	貳拾四週	214.0	451.5	115.0	142.5

備考 配合比は依頼者の指定に依るものにして本邦ポルトランドセメント試験方法に準じ製型及試験を施行せり。

大正14年11月9日

工業試験所技手 古 藪 徳 二 郎

東京工業試験所長 工学博士 小寺房治郎 郎

(2) 工報第25410號

報 告 書

長野縣北佐久郡小諸町

依頼者 田村源一郎

1 品名 火山灰

右當所に提出したるものに付試験の成績左の如し

ポルトランドセメント一容積に對し供試火山灰三容積を加へ其混合重量に對し17.0%の水を加へ本邦ポルトランドセメント試験方法に準じ試験せる結果次の如し

強度は每平方厘に付貯にて示す

材 齢	4 週	1 2 週	2 4 週
耐伸強	32.7	41.3	49.4
耐壓強	204.0	305.0	376.5

大正15年5月11日

工業試験所技手 古 藪 徳 二 郎

東京工業試験所長 工学博士 小寺房治郎 郎

(B) 次に府立東京商工奨励館にて證明せる化学分析表を示せば (奨發第287號)

珪酸	62.24 %
礬土	17.52 "
酸化鐵	5.08 "
石灰	7.49 "
苦土	4.77 "
硫酸基	1.29 "

なる結果である (14年4月9日附)。

又石灰入のモルタル試験につき同館にて證明せる耐伸強度を示せば (奨收第313號)

		第 1	第 2
割 合	石 灰	3.0	3.0
	火 山 灰	10.0	10.0
	セメント	1.0	1.5
	砂	3.0	3.0
耐伸強度 (封度/平方吋)	10日	192.0	222.5

である (14年5月18日附)

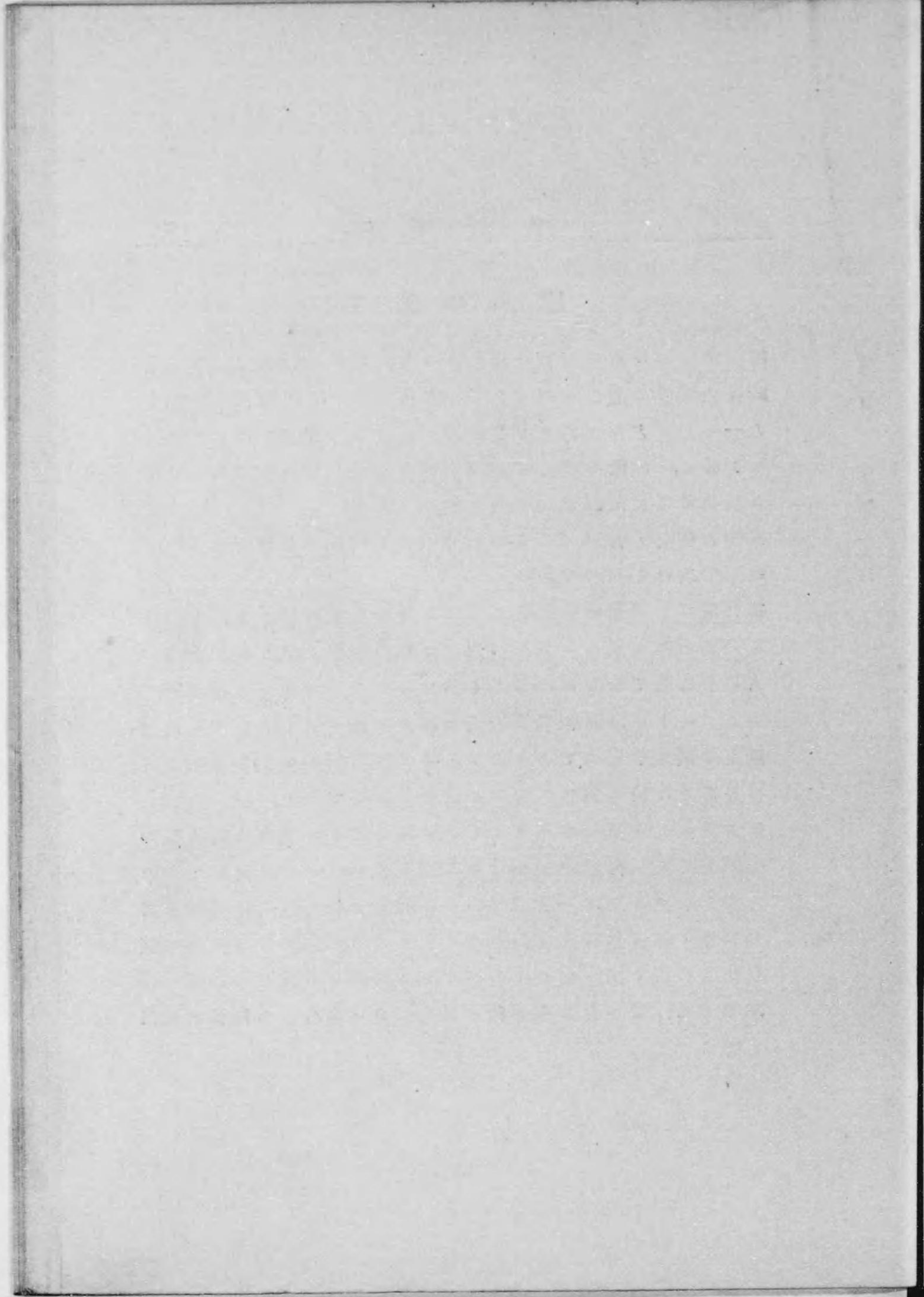
附 圖 の 説 明

第一圖は 13頁及14頁に表示せるものを各割合につきて材齡と強度との關係を圖示したものである。かく圖示して見ると一見してどんな程度で日がたつにつれて強度が増して行くかが分る。材齡90日までの所では時と共に強度が増大してゆき減退すると云ふ現象は現はれてをらぬ。

圖中に輕材と書いてあるのは浅間軽量混凝土材料と云ふのを略して表はしたのである。

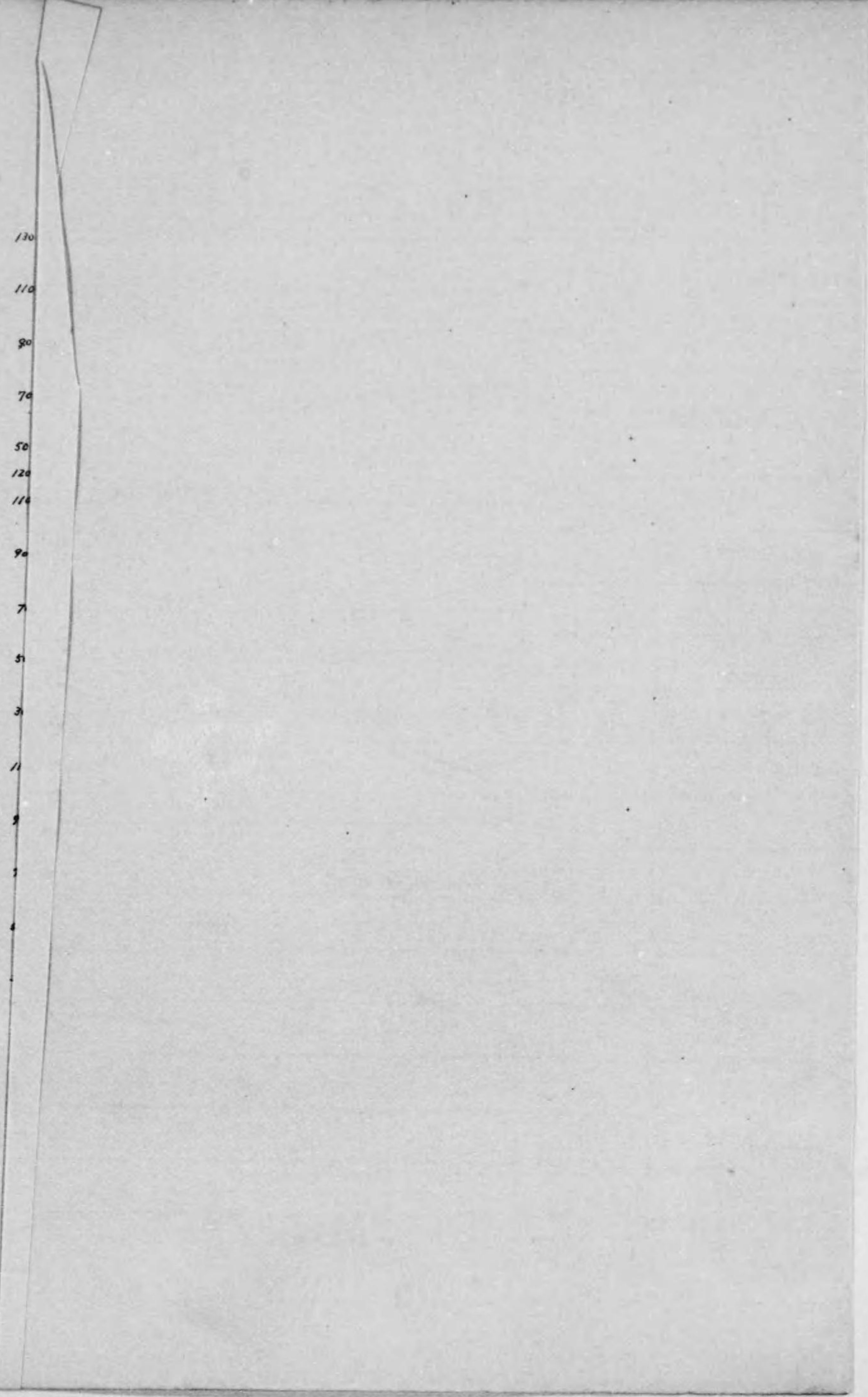
第二圖は 14頁に表示せるものを見易くする爲めに圖示したものである。元より強度の大きさは他の場合の私の値又は他の人の公にしてをる値と少しく異なつてをる。此値は並通のコンクリートを浅間軽量混凝土材料を試験するときと全く同一状態で試験した値であることを特に附言してをく、比較するには是非そう云ふ風にしなければならぬのである。

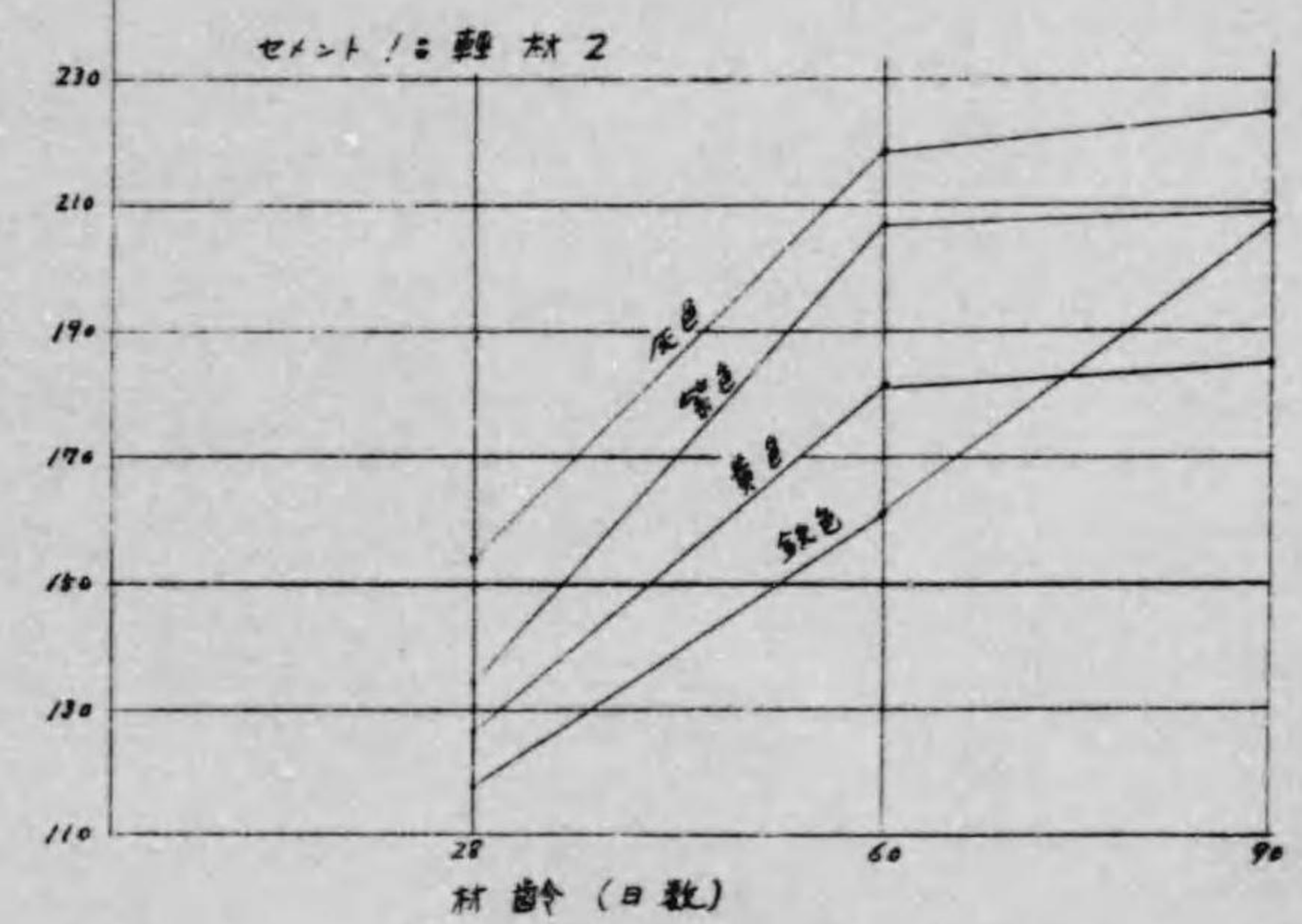
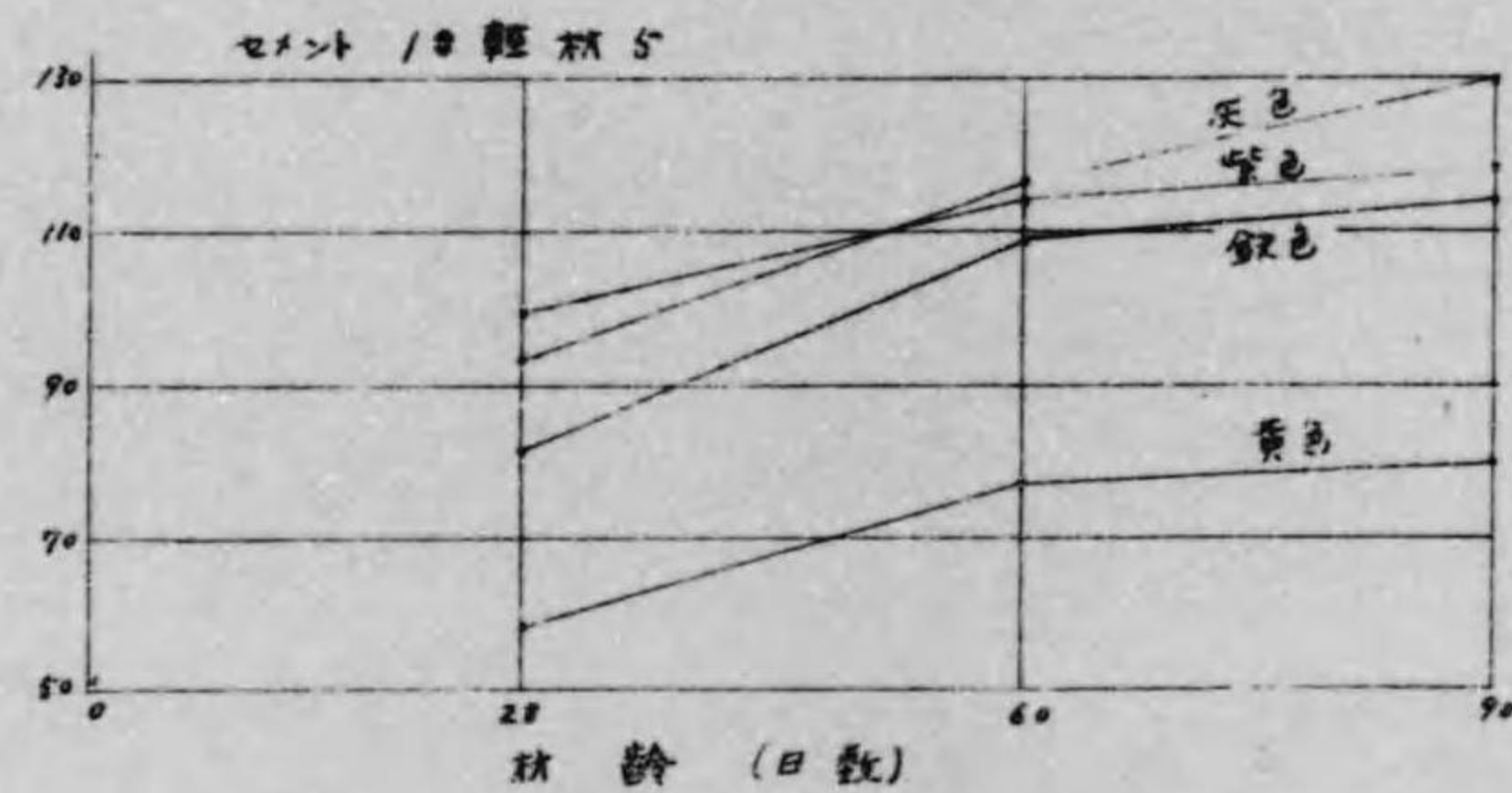
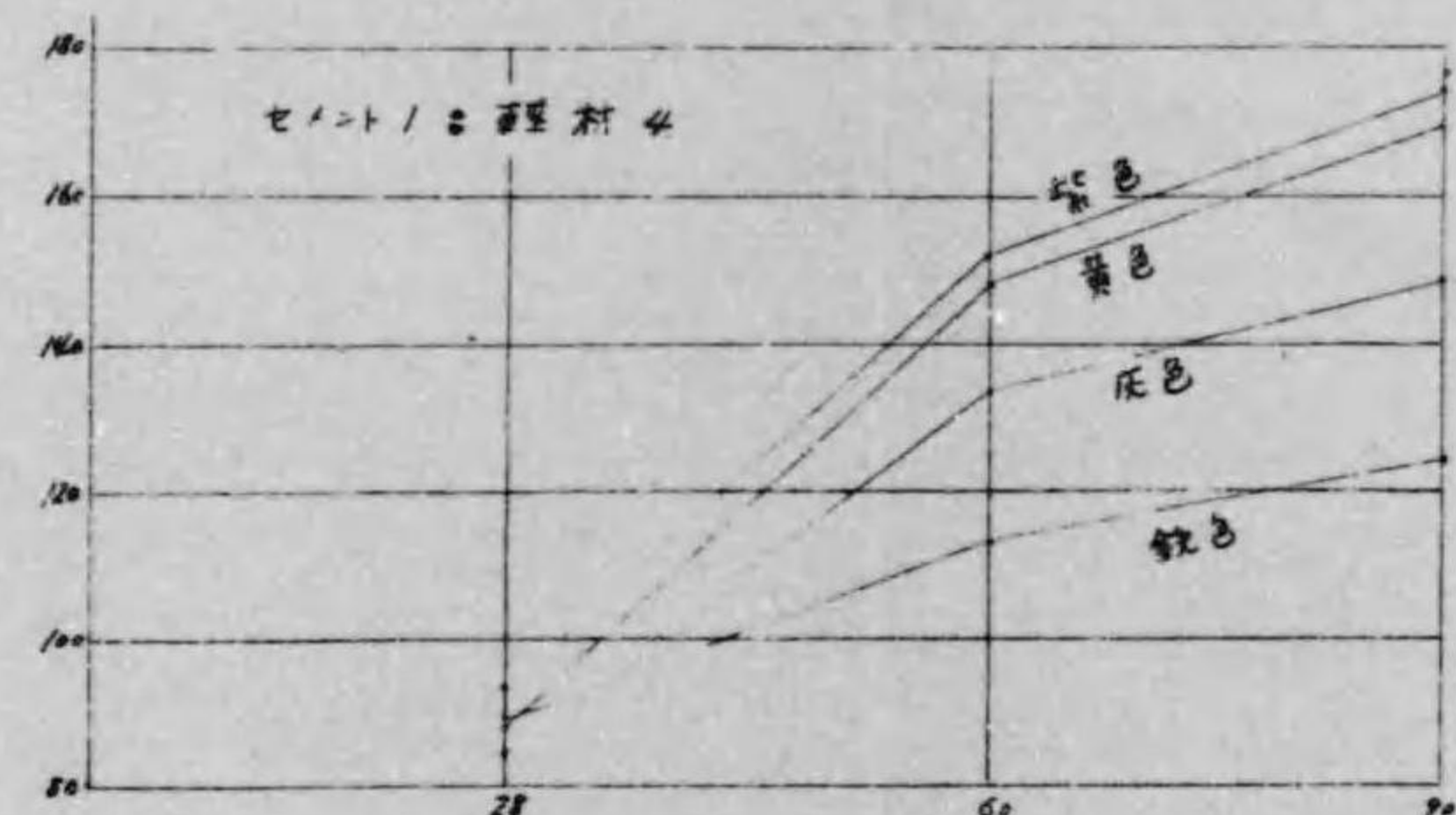
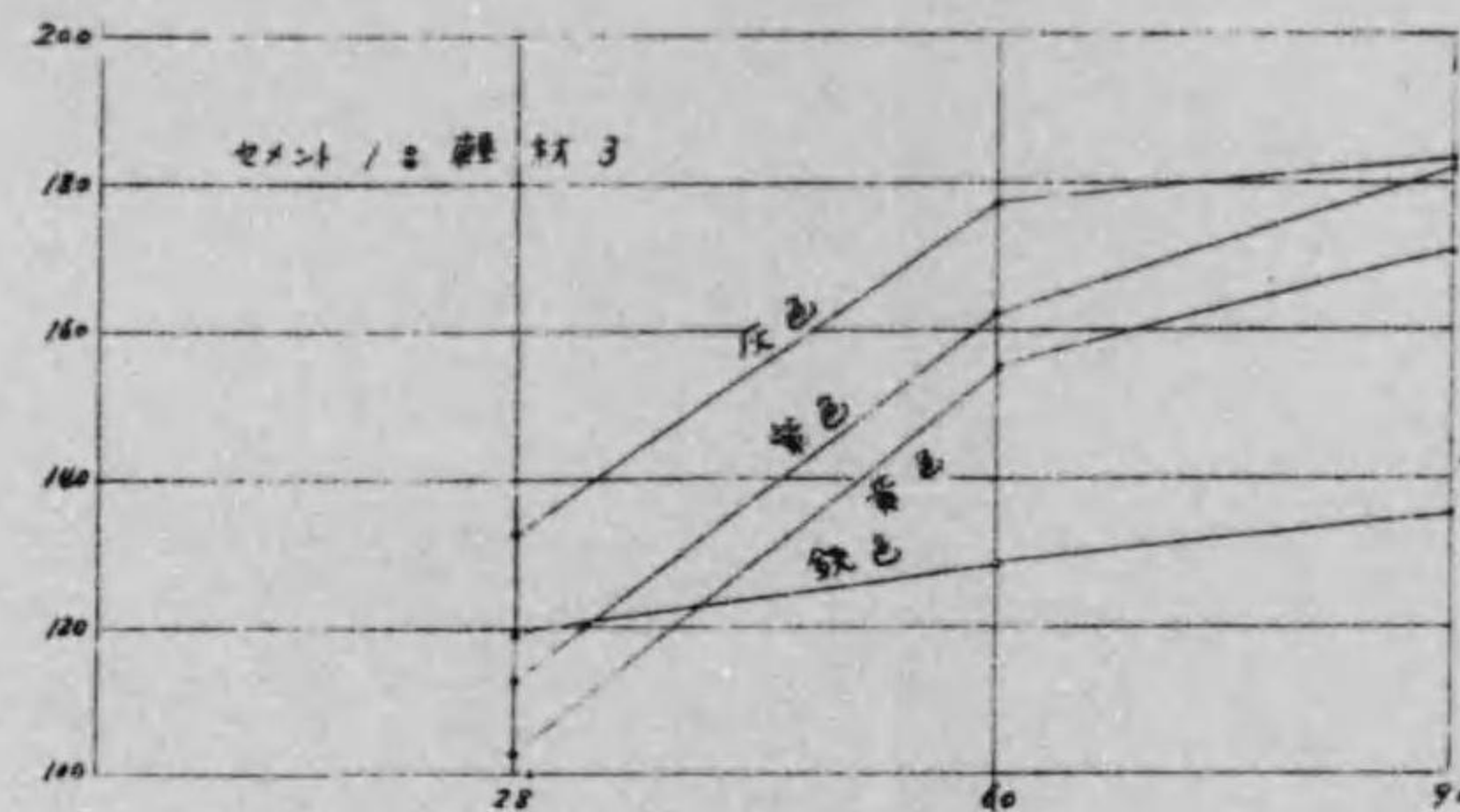
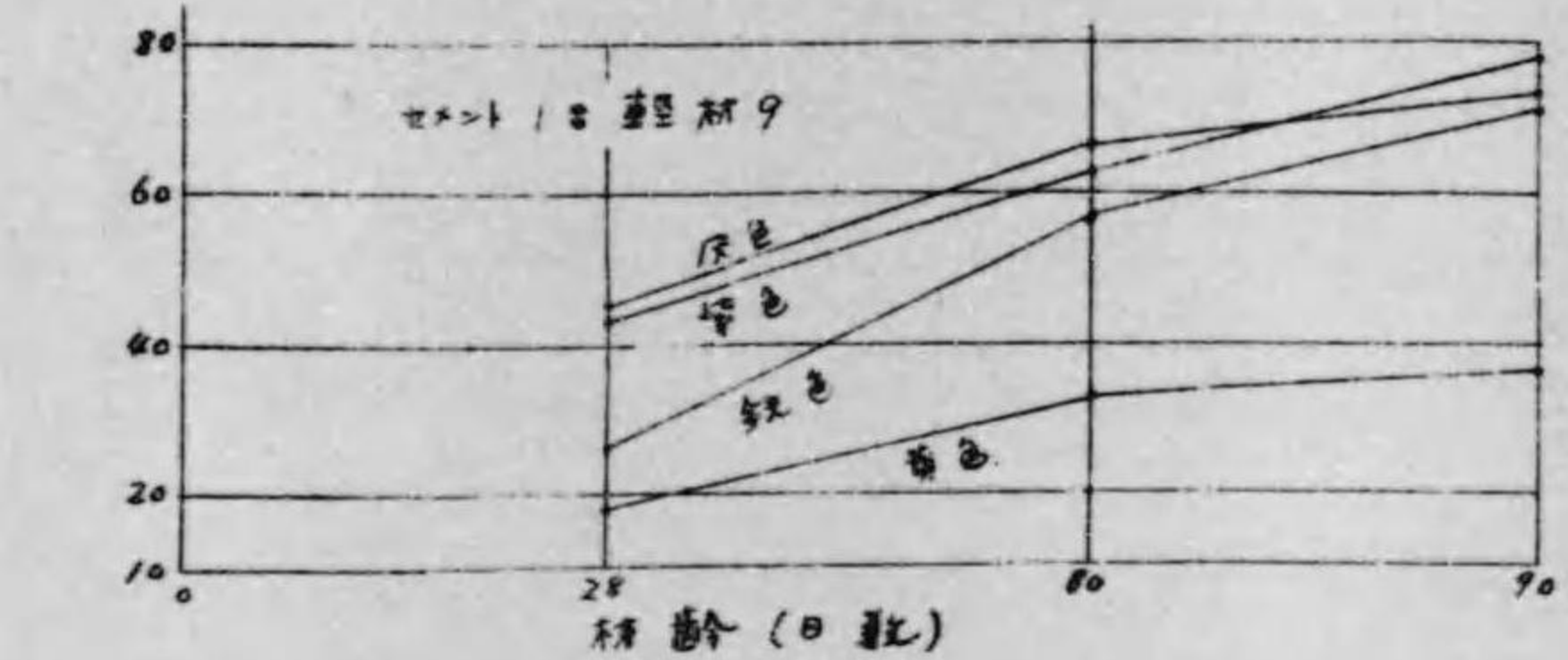
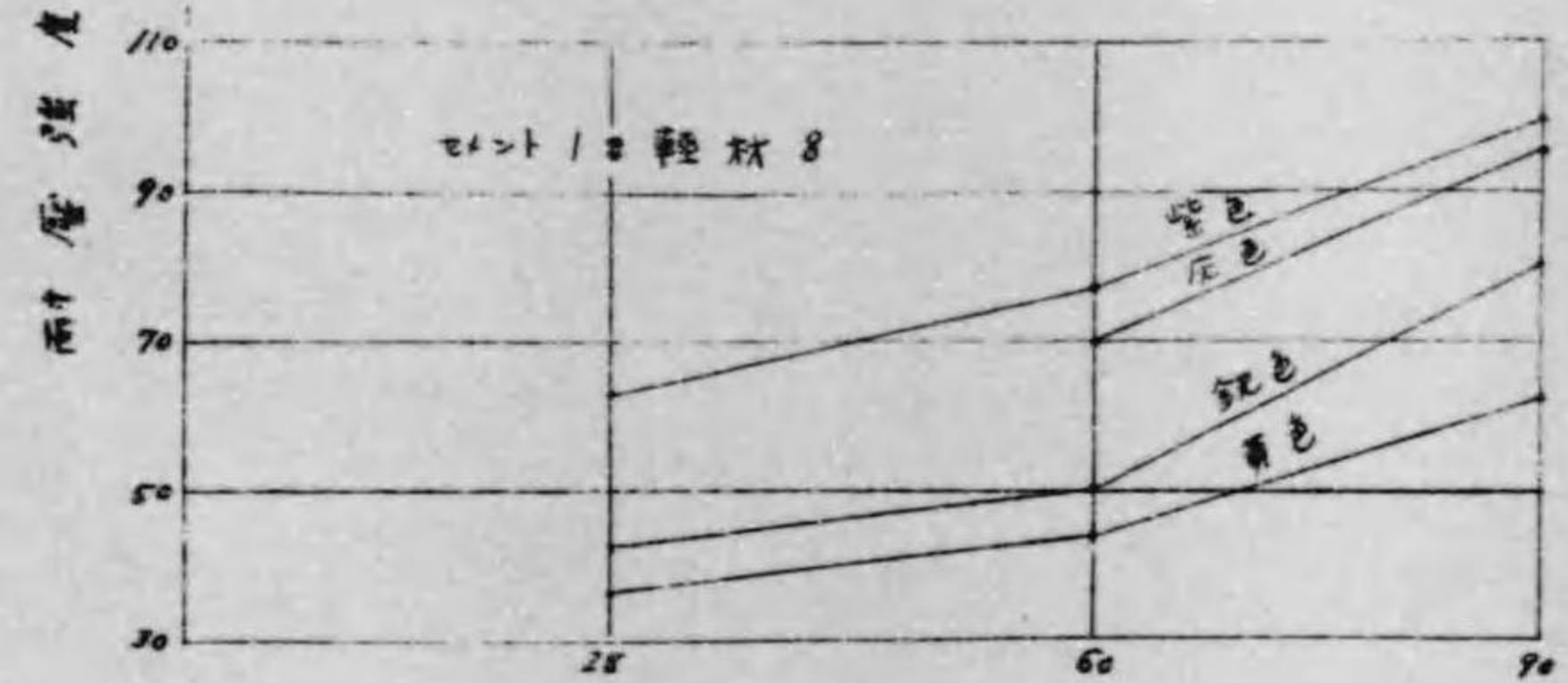
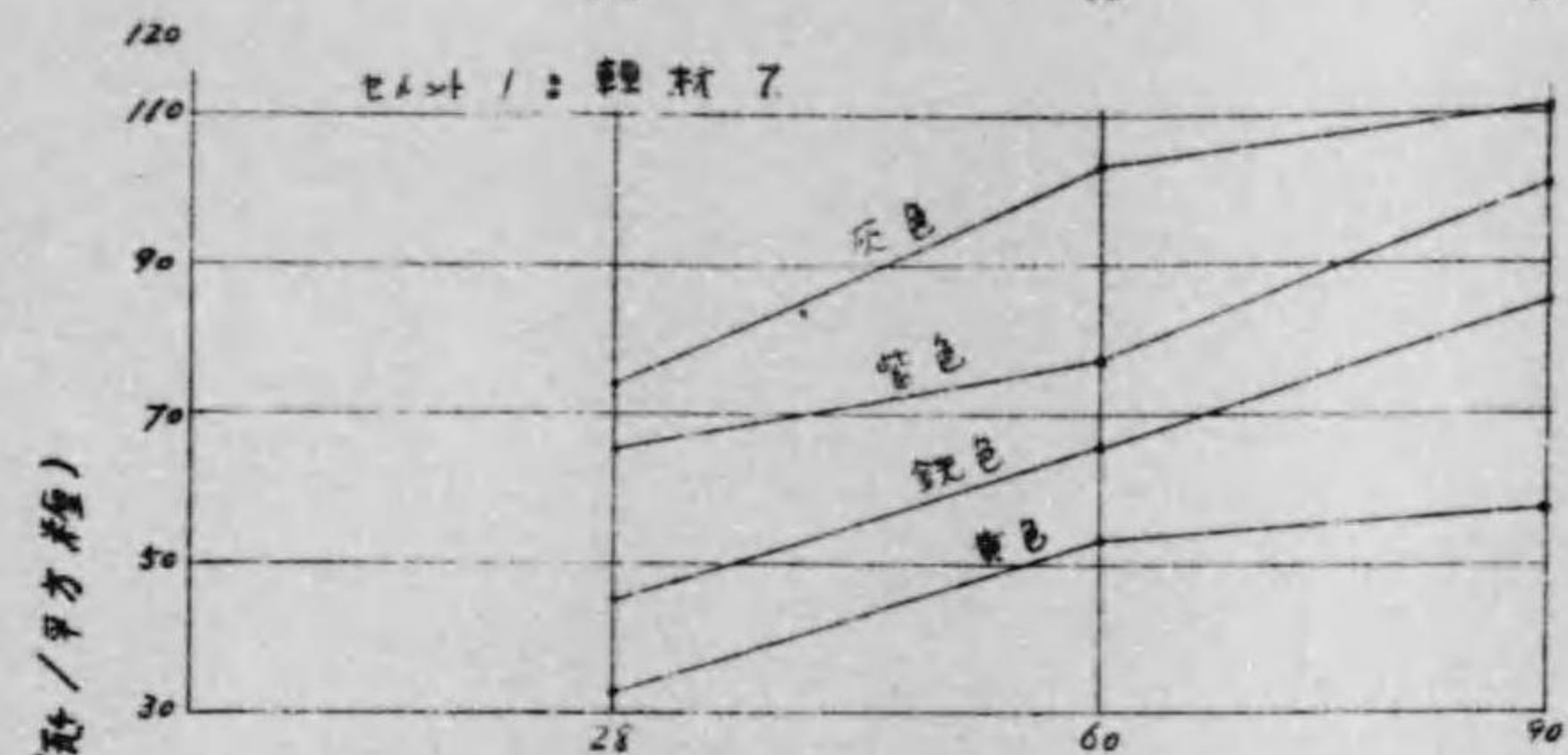
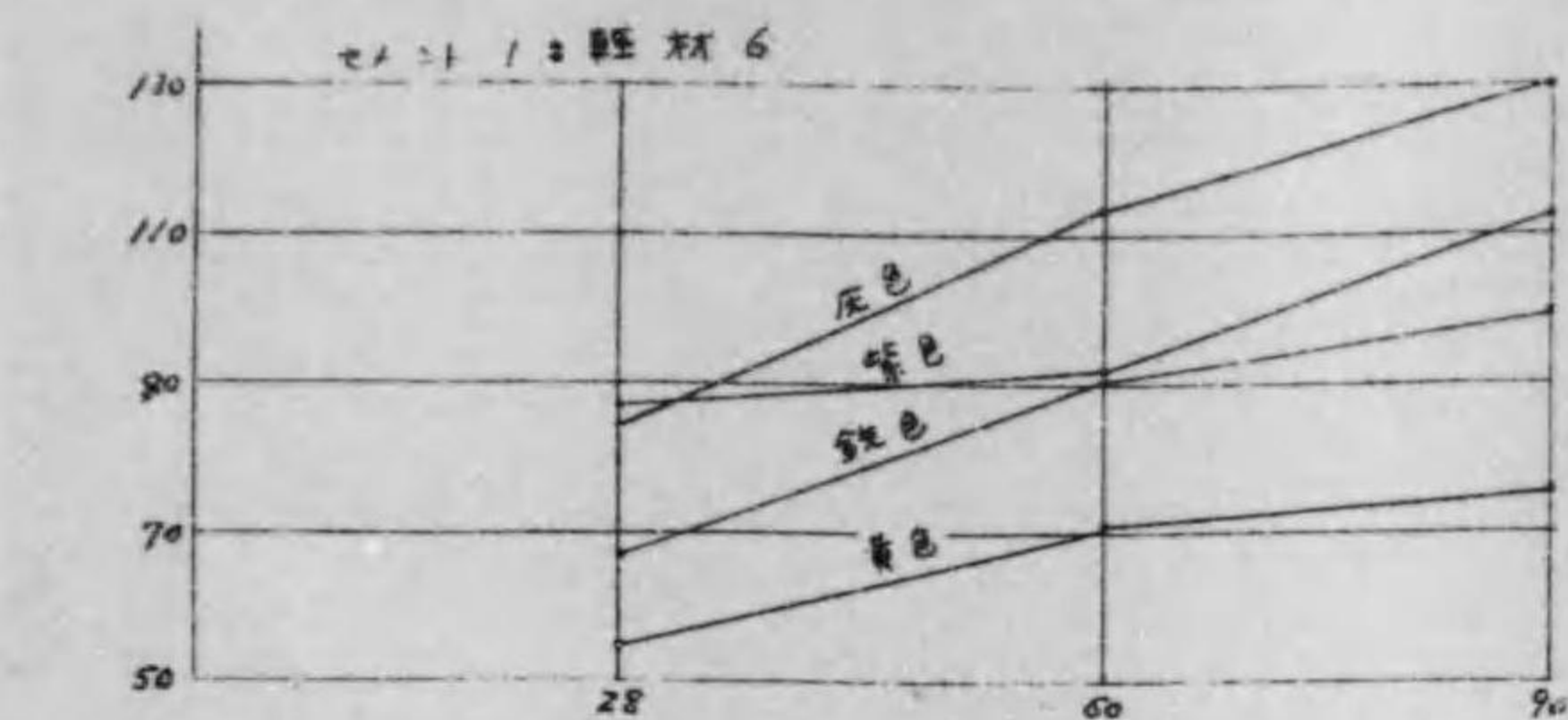
第三圖は 16頁に表示せるものを見易くする爲めに圖示したものである。輕量混凝土と全く同じ條件のもとに川砂を用ゐたときのモルタルの強度である。強度の値は從て他の人の値や自分の他の場合のと異なつてをる。之も比較であるから輕材使用と全く同一條件での値を知る必要ある爲めに試験した理である。圖を見て各材齡に於て強さと割合との關係が見出し得る。



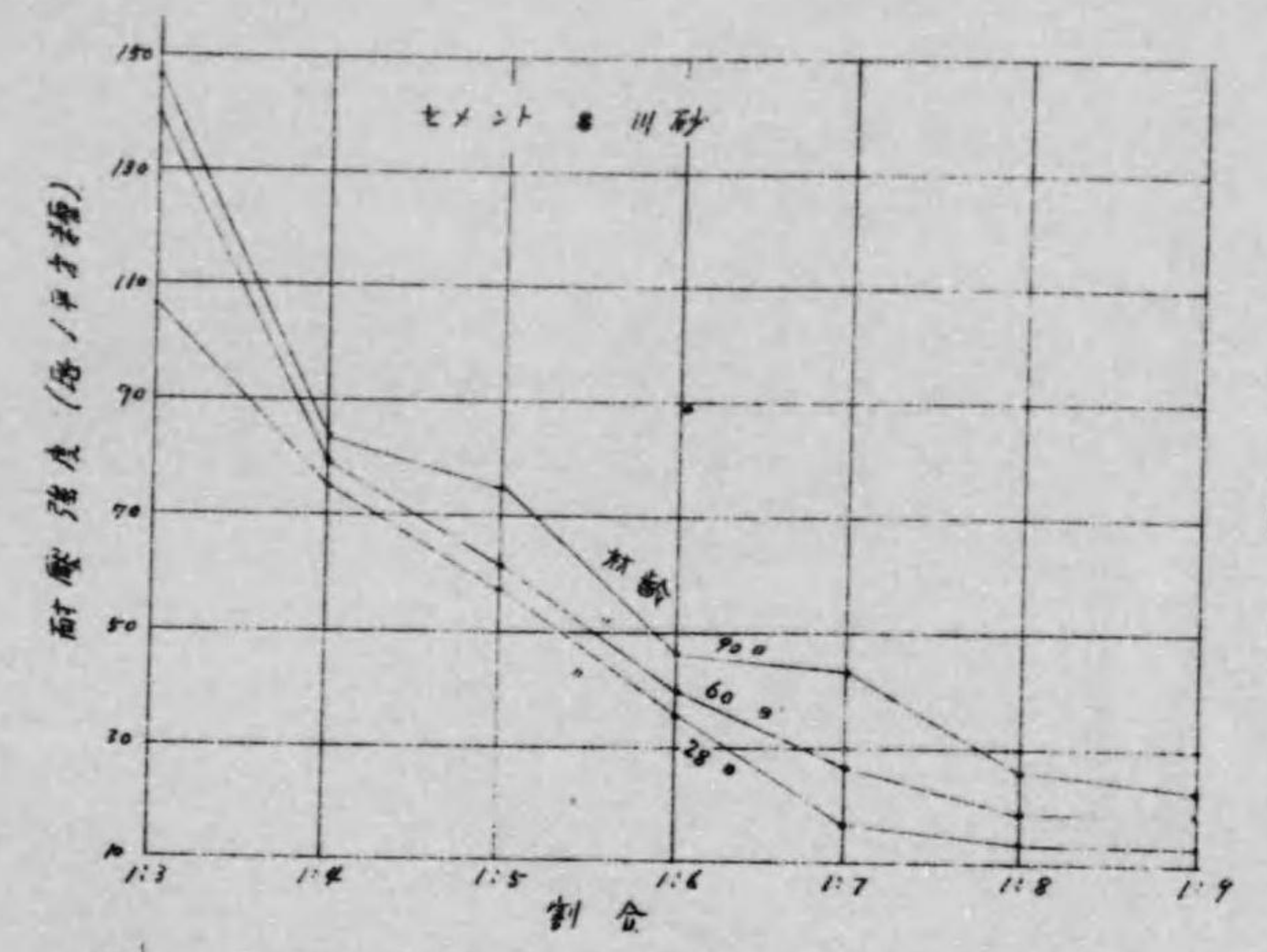
耐壓強度 (噸/平方厘米)

130
110
90
70
50
30
10
0

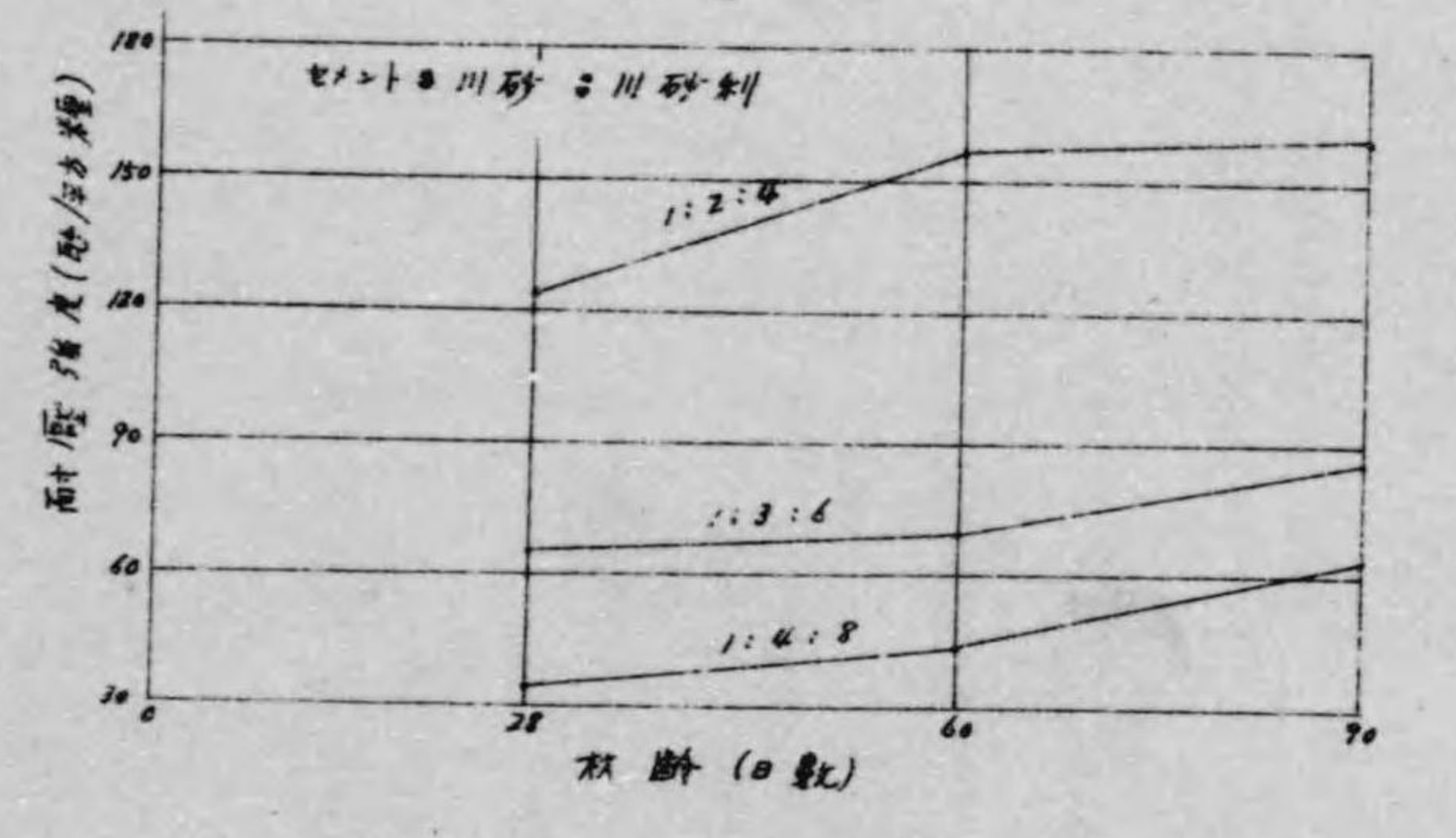




(第一回)



(第三圖)



(第二圖)

有限 淺間輕量混凝土材料販賣利用組合

長野縣北佐久郡小諸町

組合長 田村源一郎

理事 小山邦太郎 柳澤貞三

高山郷三 大塚宗次

掛川周三 阿部美雄

田村源一郎 並木美信

鹽川政己

監事 小山重右衛門 小林信吉

星野虎雄 羽毛田賢

池田秀一

顧問 市川多萬吉

大正十五年六月九日印刷
大正十五年六月十二日發行

講演者 内田 泰 郎

編纂兼 發行所 淺間輕量混凝土販賣利用組合

右代表者

長野縣北佐久郡小諸町丙三十八番地

田村源一郎

仙臺市柳町三十五番地

印刷者 水野 勝 藏

仙臺市柳町三十五番地

印刷所 松華堂 水野印刷所

337
453

終