

始



13

臺灣總督府中央研究所工業部報告第六十一號

(臺灣の水利第一卷第二號別刷)

昭和六年五月

ホルトランド、セメントの強度に關する研究(其の一)

臺灣に於て製造せらるゝ及び本島に移入せらるゝ

セメントの抗張力並に耐壓力(一)

技師 服部 武彦

技手 藤澤 國太郎



ポルトランド、セメントの強度に  
關する研究 (其の一)

[臺灣に於て製造せらるゝ及び本島に移入せらるゝ  
セメントの抗張力並に耐壓力(一)]

服 部 武 彦

藤 澤 國 太 郎

本邦のポルトランド、セメント(以下單にセメントといふ)の品質は近來著しく向上し就中強度の増大は殊に目立つ進歩といふべきで、最近のセメントは世界いづれの市上に出しても品質に於て毫も遜色なく却つて外國品を凌駕し歐米の高級セメントと比敵し得る程度にあることは、土木建築の當事者にとり洵に欣ぶべきことと謂はねばならぬ、現時のセメントを大正八九年頃の製品と比較するに品質の差異實に驚くべきものがある、抗張力の増進も無論であるが殊に吾人の必要とする耐壓力は殆ど倍加したといふも過言ではない、それ故に大正八九年頃のコンクリート構造物と同様なるものを今日造るとして、砂及び砂利を當時の配合と一様にすれば餘程強度の高き構造物が得られる譯であり、又往時と同等の強度でよいとすればセメントを可なり減ずることが出来る譯である、然るにも拘はらず實際工事の現場に就て見るに細粗混凝材の配合は容積で1:2:4とか1:3:6とか舊態依然たるは如何にも不審に思はるゝ所である、當事者は無論最近セメントの進歩に就て無關心なる筈はないと思ふが今一步進んでセメントの性状を考查し配材の選擇と配率とに關し實地應用上の諸種の研究があつて欲しいと思ふ、我等も亦現に與へられたるセメントと與へられたる細粗混凝材とを用ゐて如何にせば最も經濟的にして強度大なるコンクリートを得らるゝかに就て研究中である、是等の成績は總て取纏め發表しやうと思ふ。

我が工業部に於ては昭和四年四月より二箇月毎に臺北市内で販賣せらるゝ各種のセメントを蒐めて化學的分析並に一般物理的試驗を施行しつゝある、此の定期的試驗は今後も永く繼續するの豫定で斯かる試驗は長期に互つて始めて意

義がある、要は本邦市販セメントの品質の変化を知るにあつて畢竟セメントの性状に関する歴史を編むことにもなる、右試験中強度は一箇年後に至るまで測定することとした爲め昭和四年度製型の分のみが漸く試験完了を告げたに過ぎぬが一と先づ其の成績を發表して参考に資せんとす。本編には唯だ強度のみを記すにため化学分析其の他は餘り首題に交渉がないから省略するが、各検體孰れも比重、粉末の程度、凝結時間、膨脹性龜裂等の検定に於て商工省告示の規格に完全に合格するものであることを附記する、強度の試験は勿論商工省の告示に準據したもので總て 1:3 モルタルで標準砂を使用した、以下表掲の強度は切斷面若くは加壓面毎  $\text{cm}^2$  に於ける kg. の數を以て表はしたものである。

第 1 表 抗張力 昭和四年四月製型

セメントの種類	A	H	ON	U
水量 %	6.50	6.50	6.50	6.50
3 日	27.6	28.8	34.7	31.4
1 週	33.0	34.3	36.5	34.1
4 週	37.4	41.5	42.9	38.8
8 週	43.2	42.5	45.9	40.4
13 週	43.3	45.5	50.2	43.2
26 週	43.3	47.4	47.2	45.9
52 週	42.2	48.9	51.2	45.8

第 2 表 耐壓力 昭和四年四月製型

セメントの種類	A	H	ON	U
水量 %	6.75	6.75	6.75	6.75
3 日	362	345	475	410
1 週	433	479	570	480
4 週	483	548	628	558
8 週	509	622	655	562
13 週	559	646	690	588
26 週	593	609	691	603
52 週	622	684	681	615

第 3 表 抗張力 昭和四年六月製型

セメントの種類	A	H	ON	U	ソリデチツト
水量 %	6.75	6.50	6.75	6.50	7.25
3 日	26.9	26.2	26.3	24.1	25.1
1 週	31.3	34.4	30.9	32.2	37.5
4 週	33.2	38.9	38.8	34.9	45.7
8 週	42.4	42.6	44.3	35.9	47.9
13 週	42.8	43.0	44.2	35.4	50.0
26 週	39.8	42.3	43.5	36.6	51.1
52 週	42.3	44.5	44.5	39.5	50.2

第 4 表 耐壓力 昭和四年六月製型

セメントの種類	A	H	ON	U	ソリデチツト
水量 %	7.00	6.75	7.00	6.75	7.50
3 日	379	391	358	386	306
1 週	450	476	432	446	432
4 週	533	608	555	499	582
8 週	583	681	623	555	631
13 週	584	687	630	573	630
26 週	580	682	639	579	633
52 週	601	711	682	596	638

第 5 表 抗張力 昭和四年八月製型

セメントの種類	A	H	ON	O I	U
水量 %	6.75	6.50	6.75	6.50	6.50
3 日	28.8	25.4	32.1	28.8	27.7
1 週	31.4	32.0	35.3	35.7	30.1
4 週	42.8	35.7	41.3	39.6	37.3
8 週	44.2	41.0	42.7	40.6	38.8
13 週	44.7	40.6	42.4	40.6	40.4
26 週	46.0	45.4	45.6	41.0	41.9
52 週	45.5	44.2	46.0	40.9	40.6

第 6 表 耐圧力 昭和四年八月製型

セメントの種類	A	H	ON	O I	U
水量%	7.00	6.75	7.00	6.75	6.75
3 日	333	387	419	402	357
1 週	456	496	485	591	408
4 週	538	618	607	600	484
8 週	560	688	612	596	556
13 週	588	685	658	603	577
26 週	596	690	668	654	584
52 週	643	693	677	662	586

第 7 表 抗張力 昭和四年十月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	O I	U
水量%	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
3 日	29.3	30.1	30.7	30.4	33.3	28.3
1 週	31.3	35.0	31.5	35.3	34.9	29.7
4 週	39.6	37.8	38.9	40.7	41.4	34.6
8 週	38.4	40.9	41.9	40.0	42.0	36.4
13 週	40.0	43.0	42.8	41.1	44.9	37.4
26 週	44.4	46.9	44.1	43.7	44.7	42.6
52 週	44.2	50.3	44.4	44.0	44.4	42.0

第 8 表 耐圧力 昭和四年十月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	O I	U
水量%	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
3 日	326	327	381	393	369	362
1 週	445	454	492	513	502	367
4 週	531	610	606	628	587	514
8 週	566	716	644	616	640	546
13 週	588	710	649	664	654	564
26 週	614	712	655	694	679	601
52 週	626	753	690	683	672	611

第 9 表 抗張力 昭和四年十二月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	O I	U
水量%	6.25	6.00	6.25	6.50	6.25	6.50
3 日	28.4	27.0	23.3	25.8	26.6	25.9
1 週	30.6	30.7	26.5	27.0	27.0	26.6
4 週	34.5	32.4	35.0	33.2	34.7	31.7
8 週	32.3	35.0	34.3	34.8	40.5	32.0
13 週	34.0	38.1	41.4	37.8	42.2	35.0
26 週	37.0	50.2	43.4	42.2	43.5	36.3
52 週	39.5	50.7	42.6	42.3	44.6	36.0

第 10 表 耐圧力 昭和四年十二月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	O I	U
水量%	6.50	6.25	6.50	6.75	6.50	6.75
3 日	346	356	370	281	325	376
1 週	455	474	515	416	411	452
4 週	558	637	572	552	575	519
8 週	603	670	629	586	595	525
13 週	616	707	643	617	627	560
26 週	663	738	683	701	625	570
52 週	664	764	709	702	680	580

第 11 表 抗張力 昭和五年二月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	O I	U
水量%	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
3 日	23.2	27.0	26.8	27.4	25.7	23.1
1 週	24.8	33.0	28.8	31.8	28.1	24.7
4 週	31.8	36.5	31.0	33.2	32.5	31.0
8 週	34.5	39.4	38.7	38.2	40.4	32.7
13 週	35.5	40.7	38.0	39.1	40.8	35.4
26 週	36.4	42.4	41.3	40.9	40.9	35.3
52 週	36.9	41.6	41.8	40.1	42.4	35.9

第 12 表 耐圧力 昭和五年二月製型

セメントの種類	A	H	N	ON	OI	U
水量 %	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
3 日	314	350	267	346	221	252
1 週	428	479	440	483	340	355
4 週	532	567	564	585	506	478
8 週	631	644	660	594	576	528
13 週	676	724	668	683	577	577
26 週	687	750	679	704	644	585
52 週	690	805	719	723	640	604

以上は我等の得た実験成績であるが検体箇々に就て論議するのは管に煩雑を來すばかりでなく却つて要領を得るに便ならずと思ふが故に、セメントの種類毎に其の平均成績をとつて見た、同種のセメントでも表に示す如く強度が常に同一といふ譯ではなく或種の検体の如きは相當の懸隔がある、事實時期を異にするセメントの製造に於て其の性状に若干の差異を來すことは已むを得ぬことではあるが強度等に著しき異動を示すのは甚だ好ましくならぬ所である、斯かる相違は原料又は製造技術上の種々の事柄が關係することは勿論であるが製造後我等が入手するに至るまでの貯藏状態も亦影響するものと見ねばならぬ、右の如き差異があるにも拘はらず敢て同種類のセメントの試験結果を悉く平均したのは元來我等の試験目的が本邦市販セメントの強度に就て總括的の知識を得ん爲めであるからで、従つてセメントの種類も全然度外視し全部の成績の總平均を求め夫れに就て考究するのが、より適切であるとも思ふが併しセメントは種類により夫れぞれ物理的性質を異にし強度に關しても單に強弱のみならず、時日の経過に伴ふ増進率等も相違するから其等の點を知る爲めに種類別の平均成績と總平均成績との兩者に就て以下説述することとする。

第 13 表 種類別セメントの平均抗張力

セメントの種類	A	H	N	ON	OI	U
3 日	27.4	27.4	26.9	29.5	28.6	26.8
1 週	30.4	33.2	28.9	32.8	31.4	29.6
4 週	36.6	37.1	35.0	38.4	37.1	34.7
8 週	39.2	40.2	38.3	41.0	40.9	36.0
13 週	40.1	41.8	40.7	42.5	42.1	38.0
26 週	41.2	45.8	42.9	43.9	42.5	39.8
52 週	41.8	46.7	42.9	44.7	43.1	40.0

第 14 表 種類別セメントの平均耐圧力

セメントの種類	A	H	N	ON	OI	U
3 日	343	359	339	379	329	357
1 週	445	476	482	483	439	418
4 週	529	598	581	593	567	509
8 週	575	670	644	614	602	545
13 週	602	693	653	657	615	573
26 週	622	708	672	683	651	587
52 週	641	735	706	691	664	600

第 15 表 各種セメントの總平均抗張力並に耐圧力

	抗 張 力	耐 圧 力
3 日	27.8	351
1 週	31.1	457
4 週	36.5	563
8 週	39.3	608
13 週	40.9	632
26 週	42.7	654
52 週	43.2	673

第 13 表及第 14 表はセメントの種類別による平均強度を示すものでセメント A、H、ON、U は 6 回、OI は 4 回、N は 3 回 試験の平均成績である、

之に據るに強度の大小及増進の程度は試料により區々であるが大體に於て抗張力及耐壓力ともに試料 H 及 ON は高位を保ち U は最低位にある、試料 N の耐壓力は ON と伯仲の間にありて常に A より大であるが抗張力は初期に於て却つて小である、又試料 OI は A に比し強度常に高く N に比し抗張力に於て優り耐壓力に於て劣つてゐる、斯の如く抗張力と耐壓力との關係に於て夫々特異の性質を示してゐるが工事の實際に方りては重きを耐壓力に措きて選擇すべきであると思ふ。

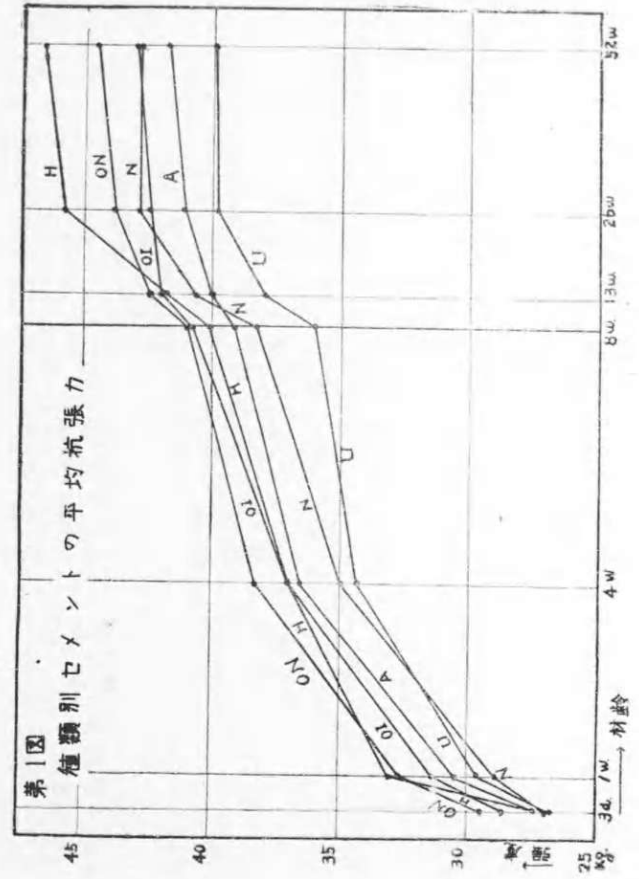
第 1 圖及第 2 圖は 3 日後より 8 週後までの強度を特に明瞭ならしめん爲め描けるもので従つて初期より 52 週後までの増進率に就て一目瞭然たる譯にはゆかぬ、仍つて其の概念を得んために更に第 3 圖に試料の全平均強度を曲線に描いた、之に就て見るに抗張力と耐壓力との曲線が其の性質に於て實によく似てゐることを知る、即ち 3 日より 4 週までは強度の増進著しく夫れより 13 週までは漸次緩漫となり其の後は一層増進率が低く 26 週と 52 週との強度の差は極めて少く殊に抗張力では殆ど同様である、若し本邦現時のセメントが強度に關し孰れも之と近似する曲線を描くものとすれば強度試験は餘り長期に互つて施行するの必要を認めない、13 週位で打切つても試料の性状を闡明するに充分であらう、併し單に 1 週間後の耐壓力を知るることによつて直ちに良否を判断せんとするのは穩當でない、例へば第 14 表を見るにセメント A は 1 週後 445 kg. で 4 週後 529 kg. であるが OI は 1 週後 439 kg. 4 週後 567 kg. といふやうに強弱に關し反對の結果を示してゐる、然るにも拘はらず土木建築の關係者より我等に依頼し來る試験の大部分は唯だ 1 週間後の強度測定に過ぎない、これは工事上の都合で永く試験結果を待ち得ないにも因るであらうが、苟くも強度を基礎として構造物を設計する以上は是非 4 週後の強度を知るの必要があるであらうと思ふ。

耐壓力と抗張力との比が近來益々大きくなつて來たことは顯著の事實である、これはセメントの品質が一般的に向上し就中強度の増大が殊に著しく併かも耐壓力の増加が抗張力の増加より遙かに高きための結果に他ならぬことで、此の現象はセメントの使用に洵に有利なことと謂はねばならぬ、以前は大抵耐

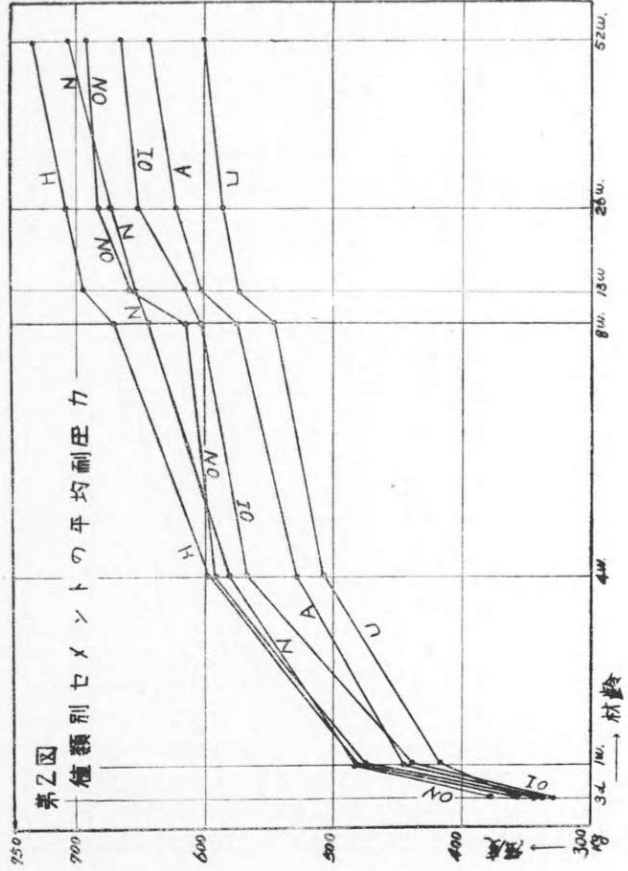
壓力は抗張力の 8 乃至 10 倍に見てゐた、明治三十八年に於ける我が政府の規格では 4 週後の抗張力は 15 kg. 以上、耐壓力は 120 kg. 以上で即ち耐壓力は抗張力の 8 倍に相當する、然るに昭和二年の改正で 4 週後の抗張力は 21 kg. 以上に耐壓力は 210 kg. 以上にまで高められた即ち 10 倍に相當する、更に昭和五年の改正によれば 1 週後の抗張力は 20 kg. 以上又耐壓力は 220 kg. 以上であるから 11 倍に相當し、4 週後の抗張力は 25 kg. 以上又耐壓力は 300 kg. 以上であるから之れは 12 倍に相當する、斯く政府規格の改正が示す如く耐壓—抗張比が漸次大となり行くのは畢竟需用者の要望に基づくものと見るべきで又實際製造技術者に於ても耐壓力の増大を目標として種々研究が重ねられて居るやうである、いま我等が得た成績より總括的に近來のセメントの耐壓—抗張比を求むるに 3 日後 12.6, 1 週後 14.7, 4 週後 15.4, 8 週後 15.5, 13 週後 15.5, 26 週後 15.3, 52 週後 15.6 であつて 4 週までは漸次増加し 4 週より 52 週に至るまでは殆ど同様と見て可い、3 日後に於てセメント U 及 H は既に 13 を超過し最低と雖も試料 OI が 11.5 に達してゐる、此の結果から大體に於て耐壓力は 3 日後に抗張力の 12.5 倍、1 週間後に 14.5 倍、4 週乃至 52 週後に 15.5 倍と見て差支ないであらう、併しながら以上の數値は標準砂を使用し實驗室に於て入念に製型せるモルタルに就てのみ云爲し得べきことで實地工事の場合には到底當てはめ得られない、何となれば耐壓—抗張比はセメントに混和する砂の性質により常に異動するからである、能ふ限り此の比の高き砂を選択すべきであるが經費の關係上それも出來ない場合が少くない、本島の諸工事殊に臺北附近に於て屢々使用せらるゝスレートの細砂の如きは頗る此の比が小なるため配材として甚だ劣等であると謂はねばならぬ。

次に上記の成績に基き時日の経過に伴ふ強度の増進に就て考査する、まづ 1 週後の強度を基本とし其の後 4 週 8 週等に至りて強度が幾%増加したかを見る、3 日後の強度を基本とせず 1 週後の強度に據つたのは前述の如く普通依頼さるゝ試験の大部分が 1 週後の強度を検するにあるから之を基本とするのが増進率の概念を得るに好都合であるばかりでなく、3 日後の強度なるものは氣温の高下が多分に影響し且つ些細な事柄から實驗上の誤差を招き易い虞もあ

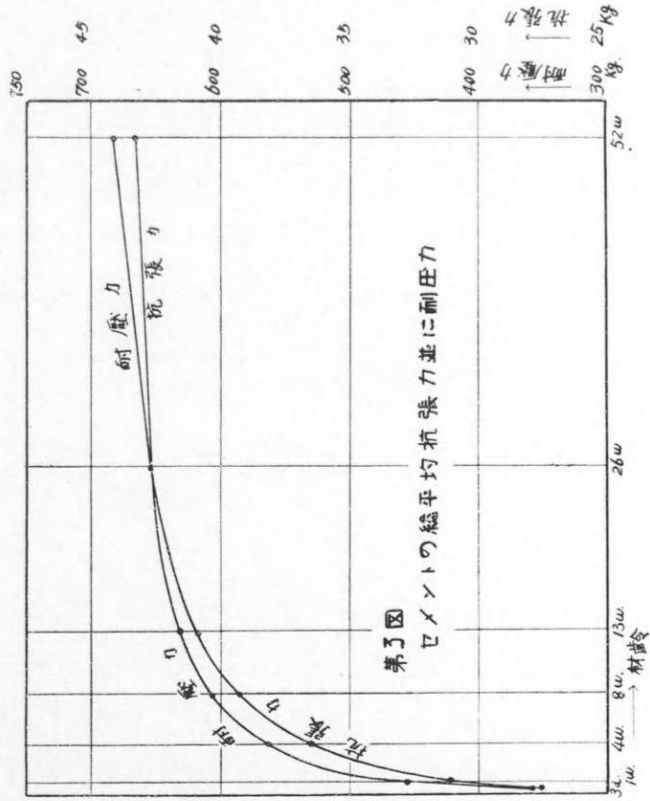
るからである、第 13 表及第 14 表によるに耐圧力の増進は抗張力の夫れより  
 少々高い、併し夫れも 8 週までのことで 8 週以後の耐圧力は 13 週、26 週、  
 52 週と順次 1 週後の基本強度に對し約 5% 宛を増加するに過ぎぬ、又 8 週  
 以後の抗張力は 13 週、26 週まで同様約 5% 宛を増加し其の後は殆ど變化を  
 見ない、斯かる増進の状態は恐らく舊時のセメントと若干趣を異にしてゐるで  
 あらう、近來の製品が早期に於て著しく強大な力を出すことは明かな事實であ  
 る、結局抗張力では 1 週より 4 週に至るの増進は 17—21% 位の範圍で平均  
 約 18% 又 1 週より 8 週に至るの増進は 21—32% 位の範圍で平均約 27%  
 といふことになり、耐圧力では 1 週より 4 週に至るの増進は 19—26% 位の  
 範圍で平均約 23% 又 1 週より 8 週に至るの増進は 27—41% 位の範圍で平  
 均約 33% といふことになる、是等の増進率はセメントの種類により異なるこ  
 とは勿論で爰には唯だ總括的に述べたに過ぎぬ、3 日より 1 週に至る増進は試  
 料により一層懸隔を生ずる、抗張力では平均約 12% であるがセメント N は僅か  
 に 7% なるに H は 21% に達してゐる、耐圧力では平均約 30% で抗張力に  
 比し著しく高率である、第 3 圖を見るに抗張力も耐圧力も増進の状態が均に順  
 調である、併し各檢體個々に就て觀察するに到底斯く順調には進まずして往々  
 不合理と思はる、曲線を描く、殊に抗張力に於て甚だしい、夫れは抗張力の試  
 験なるものが製型を入念にし遺憾なく注意を拂ふに拘はらず往々にして誤差を  
 生じ易いからである、故に斯かる試験は多數施行し其の平均を採つて概括的に  
 判斷を下す方が正鵠に近いと思ふ、仍つて第 3 圖の曲線は概括的に近來のセメ  
 ントの強度を物語るものとして信頼してよいと思ふのである。











30, 40, 50, 60, 70, 80 → 材料

26w

52w

300 25kg

終