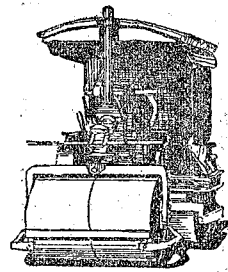


研究



ポルトランド・セメントの規格

並に試験法に就ての考察 二二

三 木 榮 三

前號に於てポルトランド・セメントとは何ぞやと言ふ問題に就て略述したが、然らば現今の製品に對して如何なる規格を設け、其の規格に對する適合不適合を如何にして判別すべきかと言ふ問題が直ちに起つて來なければならぬ

い。換言すれば、規格の内容と、試験の方法とを如何に定めたならばよろしいかと言ふ點を考へなければならぬ。概括的に規格全般について考ふる以前に、各國の規格に現れる製品の各性質について一覽する必要がある、而し

て諸種の性質を考ふるには、勢、各試験方法をも考慮に入れて筆を進めなければならぬ。こゝには左記各項目について順次思ひつくまゝを記して見ようと思ふ。

- 一 比重
- 二 粉末の程度
- 三 マグネシアの量
- 四 無水硫酸の量
- 五 不溶解物質の量
- 六 灼熱減量
- 七 凝結時間及標準稠度
- 八 膨脹性龜裂(安定度)
- 九 抗張強度
- 一〇 耐壓強度
- 一一 抗曲強度
- 一二 試験用標準砂
- 一三 化學成分

一 比重

本邦規格中 第二章 試験法、第二條に於て

「ポルトランド・セメント」の比重は、三・〇五以上なる事を要す。但し三・〇五に達せざる場合には之を暗赤色に熱したる後、更に試験するものとす」

といふ意味の事柄が掲げられてゐる。

セメント製造業者、使用者、試験者等の中には、比重は規定するの要なしとの説をなすもの多けれども、又其の必要ありと言ふものもあつて、意見が一致して居ない。果して比重の規定は必要であらうか 將又不必要であらうか。

更に又 條文中の但書が不要であるとの説あり、又必要なりとするものもある。之又必要であらうか、不要であらうか。筆者は、其の要不要の斷定を下すことは、之を避けて先づ ポルトランド・セメントの比重の意味及諸製品の實際の比重、並にポルトランド・セメント中主要成分の比重ポルトランド・セメント以外の他種セメントの比重を見、更に

各國の比重に關する規格を調べて見た上で、其の判斷を讀者の考究に待ちたいと思ふ。

元來ポルトランド・セメントは規格第一條に於て述べられて居るが如き原料を 所要の程度迄（殆ど熔融せんとする迄——以下簡單の爲「シスター」なる語を用ゐる）灼熱して製造したものであつて、其の際原料中の諸成分は互に極めて複雑なる化學反應を起して原料とは化學的に全く異なる物質を造るのであるから、原料の比重と 製品たるポ

ルトランド・セメントの比重とは全く異なるものでなければならぬ。即ち原料たる石灰岩、粘土等の比重は二・七前後なるに反し、製品たるセメントの比重は通常三・一前後である。比重が甚しく低いか、或は高過ぎるといふ場合は、シスターリングが不充分であるか、或は他物を多く混入してあるかといふ疑が起る譯である。今諸種セメントの比重の一例を見るに次の如くである。

諸種セメントの比重

本邦ポルトランド・セメント	平均	3.142	暗赤熱後	3.18
獨逸製急硬ポルトランド・セメント		3.14—3.09		3.26
ゲヒロセメント		3.01		3.10
フエロ リート		3.07		
シモンホソヂュ (佛)		3.02—3.13		3.15
ルマナイト		3.13		3.19
ウリヂヂツト		2.99		—
ネオウリヂヂツト		2.91—2.94		3.04—3.05
高畑セメント		2.99—3.00		3.03—3.11
天然セメント		2.8—3.2		

ポルトランド・セメント中有効主成分の比重

成分	比重	備考
$3\text{CaO}, \text{SiO}_2$	3.28~3.25	{ポルトランドセメント主成分の一つ。 水硬性あり。
$2\text{CaO}, \text{SiO}_2 (\alpha\beta\gamma)$	3.27~3.30 (α, β)	{この化合物には、 α, β, γ の三異性体あり、 γ は比重低2.98但し γ は水硬性なきを以つて省略す。
◎ CaO, SiO_2	2.81~2.92	水硬性なし。
$3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$	3.04	{ポルトランド・セメント中に入り来るものにして、水に對して激しき作用を呈す。
$5\text{CaO}, 3\text{Si}_2\text{O}_3$	2.71~2.85	同 上
$\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$	2.89	{ポルトランド・セメント中にも生成することあるも主としてアルミナセメントの主成分をなす。
$3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$	2.90 以下	同 上
◎ $\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$	—	水硬性なし。
◎ CaO	3.34	{ポルトランド・セメント中には遊離石灰として少量に混入し来る。
CaSO_4	2.9	無水硫酸カルシウム。
$8\text{CaO}, 2\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$	3.09	{ポルトランド・セメントの主成分として一部の人々よりアリットとして主眼せらるるもの。
$\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$	2.31	石膏 (ポルトランド・セメント中約3%を添加せらるるを普通とす)。
◎ Al_2O_3	3.32	原料中の成分
◎ SiO_2	2.2~2.65	同 上
アリット	3.25 前後	{ $3\text{CaO}, \text{SiO}_2$ 及 $3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$ の混合結晶(セメント主成分)
ペリット	3.28	
セリット	—	{ Fe_2O_3 を含有し、色濃き種々の化合物よりなる。
◎ガラス質物質	—	物水硬性なし。

備考 ◎は水硬性に關して効力なきものである。

即、ソリヂチット以下高爐セメント迄の混合セメントの比重は、ポルトランド・セメントの比重とは一般には稍異なるのである。この點に於て比重の規定は、混合ポルトランド・セメントとの區別の上に於て多少役立つものであらうと思はれるが、其の他の種類のセメントとは、比重のみを以つてしては必ずしも區別せられ得ない様である。

更に他物混入の疑なき場合を考ふるに、比重の甚しく低きは、灼熱不充分なる事は前述の如くであるが、ポルトランド・セメントの比重と、其の中の有効主成分の比重との關係は如何なるものであるかを一覽して見よう。(前頁参照)

ポルトランド・セメントの原料及製品中には、上記以外に尙幾多の化合物及鐵、マグネシア、チタニウム、マンガナルカリ其の他複雑なる化合物が存在することは、種々の研究の結果、唱へられて居る所であるが、セメントの水硬性、及其の使用上、最も必要なる化合物は、 $3CaO$ 、 SiO_2 、 $2CaO$ 、 SiO_2 、 $3CaO$ 、 Al_2O_3 、 $CaSO_4$ 等及これ等を含む混合物或は化合物であつて、この内 $CaSO_4$ 乃至 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ を除

きては、概ね比重は 三・二五以上のものである。従つて主要の化合物が充分生じたる場合には、ポルトランド・セメントの比重は少くとも三・一〇以上にはならなければならない。

尙 實際工場に於ける原料灼熱の程度とクリンカー(未だ石膏を添加せざるもの)の比重との關係を見るに、次の例の如し。

1. 灼熱不充分にして致質のクリンカー	比重	3.208
2. 灼熱儘かに足らざるクリンカー	比	3.222
3. 適度に灼熱せるクリンカー	〃	3.214
4. 灼熱過度なるクリンカー	〃	3.234
平均		3.220

上記の結果に依れば、比重の高低は、必ずしもクリンカーの性質(灼熱の程度の適不適)の良否の判斷の役には立たない。ポルトランド・セメントとして使用者の手に入る所のは、前述のクリンカーに三%前後の石膏を加へて粉碎せるもので、今假りにクリンカーの比重三・二一四、石膏の比重二・二二、其の混合量九七・一%及二・九%と假定

して計算すれば、未だ水分、炭酸瓦斯等を全く吸収せざる純セメントの比重は

$$\text{セメント比重 } S = \frac{100 \times 3.214 \times 2.31}{97.1 \times 2.31 + 2.9 \times 3.214} = 3.18$$

即三・一八となる。(上記諸種セメントの比重の表参照) 而して通常セメントが需用者の手に入る迄には幾分の水分或は炭酸瓦斯等を吸収するを以つて其の比重は之より稍低きものとなる譯である。

依つてセメントの本體の比重は少くとも三・一〇より大と見做して差支ない。もし比重の規格を設くるならばセメント本體に對しては三・〇五の代りに三・一〇以上とすべきであらう。而してこの程度の規格にては比重は必ずしも灼熱の良否の判断とならないものとすれば、他種のセメントとの區別に時として役立つものであると言ふ事に其の意味を求めなければならぬ。即興へられたるセメントがポルトランド・セメントなりや否やといふ事に對する判断の一助とするに過ぎない。

次に比重の規格中 但し書以下に於て「比重三・〇五に達せざる場合には、之を暗赤熱に灼熱したる後 更に試験するものとす」といふ意味の規定があるが、この文句の意味を考へて見たい。

ポルトランド・セメントは一般に空氣中に於ては、炭酸瓦斯及水分を徐々に吸収し、其の結果として比重は稍降下する。又場合に依つては、高温のクリンカーを急冷する目的を以つて之に適量の水をふりかけ 然る後に石膏を加へて粉碎することもあり得る。これ等の理由の爲ポルトランド・セメント中には小許の水分或は炭酸瓦斯を含有し、其の比重はクリンカーに石膏を加へたるもの(即セメントの本體)の比重より少しく低いのが常である。かゝる事實がある爲に、セメントを其の儘試験して比重三・〇五に達しない場合でも、其の中の含有水分及炭酸瓦斯を除去したる後之を測定すれば 規格に適合し、其の本體は充分ポルトランド・セメントと見做して差支なき場合がある。かゝる事を豫想して但し書以下の文句が挿入せられて居るものと思は

れる。

然りとすれば灼熱後の比重と、其の儘の比重との差は何程であるか、又灼熱によりて失はるゝ分量と比重の變化との關係は如何であるか、これ等の點について考へて見よう。

註。暗赤熱とは七〇〇度前後にして、セメント本體の組成を變化することなしに水分及炭酸瓦斯等を除去せんが爲に選ばれたる温度であらう。

普通のボルトランド・セメントに就いて其の儘の比重と灼熱後の比重の一例を見るに次の如し。(大正十三年六月以前各工場製品)

	其の儘	灼熱後	差
(1) 平均	3.121	3.160	0.039
(2) 差の最大	3.14	3.23	0.09
(3) 差の最小	3.067	3.09	0.023

又灼熱減量と比重との關係を見るに、上記の比重に對しては、次の如くである。

	灼熱減量	比重の差
(1) 平均	1.42	0.039

研究

(2)	0.88	0.09
(3)	—	0.023

更に他の例を見るに(昭和二年各工場製品)

	其の儘	灼熱後	比重の差	灼熱減量
(1) 平均	3.144	3.181	0.037	1.09
(2) 差の最大	3.135	3.216	0.081	0.98
(3) 差の最小	3.188	3.192	0.004	0.15

上記の結果に依れば比重の差と灼熱減量との間には、特別の關係が見出されない様であるが、之は試料を異にし試験所を異にし、試験の方法にも多少の相違があるに基くものであらう。

唯上記の結果より見る時は灼熱減量一・〇%以下位の試料については、灼熱による比重の差は平均〇・〇四位にして、最大 〇・〇八乃至 〇・〇九である。

尙他の例を調べて見るに (永井彰一郎氏試験結果)

	其の儘の比重	灼熱後の比重	比重の差
(1) 16種本邦ボルトラ ンドセメント平均	3.11	3.21	0.10
(2) 高所セメント	3.01	3.07	0.06

(3) ソリチネツト	2.88	2.99	0.11
(4) ネオソリチチツト	2.94	3.05	0.11
(5) フツセルセメント	3.09	3.26	0.17
(6) ルマチイト	3.06	3.09	0.03
(7) シヤソフオンガユ	3.13	3.15	0.02
(8) 本邦ポルトランド (最大)	3.10	2.26	0.16
同(最小)	3.07	3.11	0.04

尚くローゼルマン氏によれば、ポルトランド・セメント及急
 硬性ポルトランド・セメントを永く貯藏せる場合に於ける
 重量の變化及灼熱減量は下記の如くである。

セメント 1 Liter の重量 (g) 變化 (Eingewitt H)	
當初	9月後 18月後
通常ポルトランド・セメント	1980 1690 1650
急硬性ポルトランド・セメント	1920 1630 1580
同 上 (Eingelaufen)	
通常ポルトランド・セメント	1180 1075 1030
急硬性ポルトランド・セメント	1100 1010 960

今假りに當初の比重を三・一とし粉末の程度に變化なき
 ものと假定すれば、上記の結果は次の如き比重の變化あり

1	1.72%	5.33%	18ヶ月後 {CO ₂ 2.71% H ₂ O 2.62}
2	1.06	4.42	
3	1.65	5.41	CO ₂ 及 H ₂ O
4	1.27	3.51	同 上
5	2.91	7.74	{CO ₂ 4.26 H ₂ O 3.48}
急硬性ポルトランド・セメントの灼熱減量變化			
1	當初 1.92%	6.35%	18ヶ月後 {CO ₂ 1.82% H ₂ O 1.82}
2	0.80	3.64	

たる事を示して居る。
 通常ポルトランド・セメント 當初 9月後 18ヶ月後
 3.10 2.65~2.82 2.58~2.71
 急硬性ポルトランド・セメント 3.10 2.63~2.85 2.55~2.70
 而してこの場合 セメントが如何なる變化を受けたら
 のなるかを見るに、通常ポルトランド・セメントに於ては

3	1.85	5.49	* {CO ₂ 3.00 H ₂ O 2.49
4	1.28	7.77	{CO ₂ 4.80 H ₂ O 2.92
5	2.10	7.29	{CO ₂ 2.88 H ₂ O 4.44
6	2.80	9.82	{CO ₂ 6.56 H ₂ O 3.26
7	1.55	5.80	CO ₂ 及 H ₂ O
8	0.88	5.40	CO ₂ 及 H ₂ O

即比重の甚しき變化ある場合には 灼熱減量も從つて多くセメントは著しく炭酸瓦斯及水分を吸収したる事を示し其の性質は大なる變化を受けてゐるものと思はなければならぬ。かゝる場合には其の強度にも著大の變化あるは逸れず。而して當初より灼熱減量多きものは、概して其の變化も大にして、炭酸瓦斯及水分を吸収すること多く、セメントとして性質面白からず。

かく見來る時は 灼熱後の比重が規格に適合するものと雖も、灼熱の前後に於て比重の相違の餘り大なるものは望ましきものにあらす。比重を規定するならば、セメント其の儘にての比重の最低限度を定むるか、尙之に附隨して

灼熱前後の比重の差に制限を附するが 當を得たものでないかと思はれる。尙比重の規定に關して多くの研究を要すべき事は論を待たない。

比重について、尙一言すべきは、其の測定法であるが、現今行はるゝ所は概ねルシヤテリーの比重計を用ゐてゐる様であるが、時々其の結果は〇・〇五位の誤差あるを以つて、比重の規定も〇・〇五位のゆとりを取つて置かなければならない。三・一〇と規定すべき場合にあつても三・〇五位にして置かなければならないとの説を持つて居る人もある様である。然し試験を適法に行へばかゝる誤差の入つて來る心配はない。又もし然りとすれば、他の精確にして簡便なる方法を考案するも差支ない譯であるから、比重の規定を測定方法の如何によりて低くするのは甚だ當を得ない事と思ふ。

上記の如く比重に關しては諸種の方面より之を考へなければならぬが、最後に諸外國に於て如何に之を取り扱つて居るかを見て比重の項を終りたいと思ふ。即各國中比重

の規格を定めて居るものと全然之を設けて居ないものとの二種に別つことが出来る。其規定を持つ國は次記の如くにして、其の制限は各國區々である。

各國 比重 規定

1	ベルギー	3.07
2	イタリー	3.00
3	ノールウエー	3.05
4	スウエーデン	3.10
5	スペイン	3.05
6	アルゼンチン	3.05
7	ブラジル	3.10
8	日本	3.05
9	カナイン・クランド	3.00

上記以外の諸國 英米獨佛等をはじめ多數の國々には其の規定がない。

ここに於て比重に關する三項目を提出して讀者の御教示にあつかりたいと思ふ。

一 比重の規格は存置すべきか。否か。其の理由如何。

二 存置するとせば、其數値を如何にすべきか。
 三 但書以下の條文は必要なりや。否や。將又之を改正すべきや如何。(未完)

自動車専用道路と専用道路の爭

二三年前から内務省で自動車専用道路法案を樹て、ゐた事は屢々報道されてゐたが、近頃鐵道省で自動車事業法とやら言ふ法律案を起草したそうだ、其中に自動車専用道路と言ふのがある道路と通路、どこが違ふのだと質してみると、道路は一般自動車の通行するもの、通路とは一個人が乗合自動車だけを通行せしむるものだと、民衆の頭には速斷出來ない區別。なぜ斯様な區別をするのかと聞けば、内務省側は普通道路では自動車の效能を發揮することが出來ないから、自動車専用道路が發達したのであるから、普通道路の一形態として、一般自動車を通行せしむるのが當然だと言ひ、鐵道省側は、専用通路は鐵道と同じもので汽車が自動車に代つたものだと言ふ見地で、兩者が一物を二つに觀察して居る、役人の暇潰しには可い問題であらうが、事業者は何れに従へば可いのか惑つてゐる、行政の整理はまだ徹底してゐない、否や徹底せしむる先に外國旅費でも奮發して、鐵道省の御役人を一度伊太利まで派遣さして誤つた考を捨ててやうにして貰ひたいとは自動車業者一般の希望(路政僧)