

# 混凝土工事界の近況と

## 淺野ベロ・セメントに就て

### 宮本武之輔

ポートルランド・セメントが英國に發明せられてから百餘

年、土木建築事業界は此のために革命の機縁に逢着し混凝土工事の普及發達は駁々として止まる所を知らず、今日の土木建築事業界一日と雖もポートルランド・セメントを飲く能はざる盛況を呈するに至つた事に對してポートルランド・セメントの發明者である英人ジョセフ・アスプティンは地下に會心の笑を洩らしゐるであらうと思はれるが、セメントの需要が激増し混凝土の應用が普及すればする程材料の

改良や施工の改善が重大なる意義を加へてくるのが當然であつて、此の方面に於ける最近十年間の發達は眞に驚嘆すべきものがある。

例へば混凝土の一つの缺點はその自重の大きいと言ふ事であるから、混凝土構造物の死荷重軽減のために軽い混凝土の研究が進められ、米國のヘイダイトの様に燒成粘土の混凝土が發明せられる一方には砂の代りに鋸屑を使用して重量の軽減を計ると同時に混凝土に對して釘の打込を可能ならしめる。所が鋸屑は可燃材料であつて火災に對して危険であるから之を鹽化石灰の如き藥液で處理して之を礦物

化し不燃質、鑛化鏝層の特許が英國に現はれる………こんなものも固よりさして重大な發明とも思はれないが、兎にも角にも種々の方面に研究は積まれてゆくののである。

然しながら何と言つても混凝土の最大缺點は施工して直ぐに荷重をかける事が出来ず、相當期間の養生と保護とを強制せられる所にあり、構造物の内でも橋梁や建物の如きは三―四週間は枠を取外す事が出来ず、舗装の如きも少くとも三―四週間、甚しい例は七―八週間の久しきに亘つて供用開始を行はないのであるから、ツエツペリンが一〇日で世界を一周するテンボの早い世の中に之はまた何と言ふ優長さぞ。事實、土木建築事業界の尖端をゆく混凝土に強烈な銀座モボの色彩を帯びしめんがためには何と言つてもその短期強度或は早期強度を高めて養生期間の短縮を計らなくてはならない。

所謂急硬セメントは此處に研究の必然性を持つものである。つて歐米各國が最近十年間、特に此の四―五年の間此のためには夢中になつてゐるのも無理からぬ次第と言はなくては

ならない。

次に施工の方面に於ても長足の進歩變革が行はれ、之を十年前と比較すれば正に隔世の感がある。

例へば混凝土材は天然に産出したものをそのまま使用するのではその組成が一樣にゆかない處から之を篩分けてその粒丈に應じて幾つかの階梯に分類し、その各階梯から一定の百分率に従つて組成の一樣な混凝土材を合成する。

それから各種材料の計量を正確にすると云ふ事が高唱せられて來て、セメントは必ず重量で計る事になり、従つてセメントの單位重量と言ふものが規定せられる様になつて來ると、即日本で昔からセメント一樽は四切半など、言つて澄ましてゐたのが、俄かにセメント一立方米は一、五五〇砵とすと言ふ様な規定が現はれて、歐米で一立方米を一、五〇〇砵と定めてある標準を尻目にかける様な奇觀を呈する事にもなつたのである。

次に砂はその含水率の多少によつて非常に容積が違ふから、砂の實積を一定にするためには之を完全なる乾燥状態か又は完全なる飽水状態で計らなければならぬと言ふのでエブラム教授の飽水計量器、即ちイナンデーターが世に現はれたのであるが最近、特に混凝土鋪装工事の趨勢は砂と言はず砂利と言はず、混凝土を凡て重量で計る事が流行して、米國では一九二七年には七州が混凝土を重量で配合するに過ぎなかつたのが、一九二八年には一六州が之に倣ひ更に一九二九年には少くとも二〇州が此の仕様を採用する事になつたと言ふ。

米國道路局の推奨する所に従へば、

一 混凝土の容積配合を廢し之に代ふるに重量配合を以てすること。細混凝土に對して飽水計量法、即ちイナンデーションは之に代るべき方法として許し得べきも而も重量配合の優れるに如かず。

二 水・セメント比を最小限度に維持し、材料の選定及び施工の宜しきを得て、可塑的にして而も密度大きく且つ

組成一樣なる混凝土を製出すること。

三 密度を最大ならしむるために粗混凝土の科學的配列を行ひ各種の粒大のものを適當に混合すること。

四 鋪装混凝土の人力仕上を排すること。

とあり、又米國州道協會の推奨する所に従へば

一 各車線幅は三米ならしむること。

二 混凝土鋪装の厚さは最小一五種ならしむること。

三 縦斷接合を以て鋪装を縦斷し間釘を接合に挿入すること。

四 鋪装の供用開始を急ぐ場合には早期高強(即ち急硬)

セメントを使用すること。

五 混凝土の配合は重量によつて仕様すること、とあるのを見ても最近の趨勢が窺はれるであらう。

○

次に混凝土の配合に就て言へば一、二、四だとか一、二、

五、三だとか言つて此の割合で各材料を混合する場合に、

練立混凝土の容積は使用した粗混凝材の容積に比して一〇—二〇%は殖えるのを常とし、而もその殖え方は混凝材の空隙の大小によつて差違があるから、混凝材の空隙の如何によつて練立混凝土單位容積中のセメント含有量に相違を來たし、從つて強度にも亦影響を興へる事になる。此の影響を除外してセメント含有率を一定にするために、從來の如く一、二、四だとか一、三、六だとか言ふ様な配合の呼び方や、又は佛國流に砂利八〇〇リツトル、砂四〇〇リツトルに對してセメント三〇〇坩使用、又は二四〇坩使用と言ふ様な慣用の代りに、近頃は練立混凝土單位容積中に含有せしむべきセメントの重量を指定することが行はれる。

例へば獨逸の複層施工混凝土道路に於ける下層混凝土では混凝土一立方米中のセメント含有量を最小二五〇坩、上層混凝土では同じく三五〇坩と規定するが如きがそれであり、米國ではセメント一袋（九四听）を一立方呎と取るのが慣用（一立方米は一、五〇〇坩）であつて、混凝土一立方碼中のセメント含有量を幾袋と指定する。例へば加州の

某道路に於ては混凝土一立方碼につき六袋のセメントを使用し（容積比一對四・五）材齡四週の抗壓強度毎平方呎に付五、〇〇〇听（毎平方呎に付三五〇坩）を得て、二週間後には道路の供用開始を行つたのである。

歐大陸や日本ではセメント一袋は五〇坩であるから混凝土一立方米につき五袋乃至七袋のセメントを使用すれば夫々前掲獨逸の規定が満足せられるのである。五袋を使用したものは容積比一對六となり、七袋を使用したものは同三對七となる。

次に用水量の問題はエブラムの水・セメント比理論が廣く世に行はれる様になつてから著しく世の視聽を引くに至つたもので、混凝土の強度特にその短期強度、を高めるためには水とセメントとの容積比を低くしなければならぬ事が一般に了解せられ、セメントは成るべく多く、水は成るべく少く使用する方針が、特に道路の如く施工後出来るだけ短時日の内に供用開始を行ひたいと言ふ様な構造物に對して一般に採用せられる事になつた。

わが國では從來必要以上の軟練混凝土が使用せられた事は筆者の夙に憂とした所で、先年以來幾度か此の點を警め自分の携はる工事に於ては過剰水量の使用を嚴禁してゐるのであるが、わが混凝土工事界一般に此の點の理解が徹底せん事を切望するのである。

○

用水量の言ひ表はし方は從來は全乾燥材料（セメント、砂及び砂利）の總重量、混凝土（砂及び砂利）の總重量、又は粗混凝土の容積に對する百分率で表はすのが普通であつて、全乾燥材料の總重量の八％、混凝土の總重量の九・三％、粗混凝土の容積の二〇％又は五分の一と言ふ様な數字を指定したのであるが、近來水・セメント比理論の普及と共に、用水量を水・セメント比で表はす事が行はれる。

例へば各種の構造物と氣象關係に應じて水・セメント比の値を〇・七一・一〇〇の間に定めるが如きがそれであるが、米國では前掲の如くセメント一袋を一立方呎と假定す

る所から、水・セメント比理論に立脚して、セメント一袋に對する用水量をガロンで表はす事が現今の慣用になつてゐる。

例へば普通の場合の用水量はセメント一袋に對して五・七・五ガロンの間に變ぜしめるが、混凝土鋪裝の如く早期高強を必要とする場合には、セメント一袋に對する用水量を四ガロンに低減すると言つた様な有様である。

一立方呎は二八・三リットル、又米國の一ガロンは三・八リットルであるから、セメント一袋に對する一ガロンの水量は水・セメント比〇・一三三にあたるから、セメント一袋に對して六ガロンの水量は水・セメント比〇・八〇にあたり、同七・五ガロンの水量は水・セメント比一・〇〇に當る。此の同じ慣用をメートル法單位に使用しようとするればセメント一袋（五〇匁）に對して用水量何リットルと呼ぶ事になり、セメント一袋に對する一〇リットルの水量が、水・セメント比〇・三に當るから、二七リットルで水・セメント比〇・八〇、三三リットルで水・セメント比一・〇〇に相當

する事になるのである。

○

此様にして混凝土工事界は日進月歩の發達を續けるが中でも近年に於ける急硬セメントの發達ほど目覺ましいものはあるまい。急硬セメントは凝結は決して早くなくて所謂凝結性のセメントであるが、凝結を終つた後の硬化作用が急激であつて短期強度が極めて高いのをその特色とし、之をアルミナ・セメントと急硬ポートルランド・セメントとの二系統に分類し得る事は、筆者が先年本紙上に紹介した通りである。ポートルランド・セメントは石灰と硫酸とを主成分とするに反してアルミナ・セメントは礬土と石灰とを主成分とするのと、その製造にあつて前者は原石たる石灰と粘土とが將に熔融せんとする限度まで之を灼熱するのに對して後者は原料を熔融せしめるのを特徴とする差違があつて、此の故に世界最古のアルミナ・セメントたる佛國のシマン・フォンデュと言ふのは熔融セメントの義である。アルミ

ナ・セメントの内で最も古いシマン・フォンデュでさへも世界大戰後始めて市場に現はれたものに過ぎず、米國のアトラス・リュムナイト・セメントや獨逸のアルカ・ツエメントの如きは更にその後の製進にかゝるものであるが、わが國にはアルミナ・セメントの原料たるべきボオキサイトを産出しないから國産アルミナ・セメントの生産は全く絶望と言はなくてはならない。單にわが國に於て然るのみならず、アルミナ・セメントはその原料の關係から世界中でこの國からでも製造せられると言ふ譯にはゆかないが、急硬ポートルランド・セメントは原料は依然として石灰と粘土とであり、單に製造の操作を改善して燒塊即ちクリンカーの製法をかへたり、粉末の程度を微細にしたりする事によつてセメントに急硬性を與へるのであるから、此の種の急硬セメントならば到る所でその製造が創められ得るのであつて、歐米各國は何れも此の種の急硬セメントの研究に全力を擧げて居り、特に獨逸は戰時中軍事工業のために忙殺せられたがために諸外國に比べて聊か立ち後れの氣味があつたけ

れど、戦後急速に他國に追従して之を凌駕し現に急硬ポ  
ートランド・セメントの産出に於て世界に冠たるものがある  
のは坐りに羨望の感に堪へざらしめる。筆者が先年外遊中  
見本を蒐集してかへつた獨逸のドイツカーホフ・ドツベル。  
ツエメントなどは同國の急硬セメントの内でも歴史の最も  
古い、且つ品質の優秀なるもの一つであるが、當時筆者  
はわが國にも此の種の急硬セメントの出現を期待して已ま  
なかつた關係上、今回淺野ペロ・セメントの始めて世に現  
はれた事を無上の欣快とするのである。

○

筆者は未だ此のセメントを使用した經驗がなく又自ら之  
を試験して見る機會も持たないから、茲には暫く製造者自  
身の紹介に多少の批判を加へるに止める。

同じ急硬セメントと言つても、アルミナ・セメントと急硬  
ポートランド・セメントとに就てはその混凝土短期強度の  
發生狀態に著しい相違があるのであつて、前者にあつては

材齡一—二日で普通のポートランド・セメント材齡四週に  
匹敵する強度を發生し、此の故に米國のリユムナイトなど  
は二十四時間混凝土など、誇稱してゐるのであるが、急硬  
ポートランド・セメントの多くはそれ程の早期強度を發生  
せず、先つ一週間目位で普通セメント材齡四週の強度に匹  
敵する強度を現はすのである。

之に對して淺野ペロ・セメントは急硬ポートランド・セメ  
ントとしては早期強度が極めて高く、約三日目位に普通セ  
メント材齡四週の強度に等しくなり、強度の値及びその増  
進率はアルミナ・セメントには及ばないけれども、之と普  
通の急硬ポートランド・セメントとの中間に位するものと  
考へられるのである。

先年筆者は高級セメントと言ふ様な名稱は往々にして誤  
解を起させる事を指摘した事があるが、此のセメントは普  
通のポートランド・セメントに比して終局の強度が高いと  
言ふ意味ではなくして、早期強度が高いと言ふだけの話で  
あるから所謂急硬セメントと稱せらるべきものであつて、

アルミナ・セメントも急硬ポトランド・セメントも或は又その一種たる淺野ペロ・セメントにしても材齡四週の強度は普通のセメントのその五〇%増位に當つてゐるが、材齡約三ヶ月に及べば何れの種類のセメントも略同一の強度に達する事が實驗せられてゐるのである。

だから高級と言ふ意味は之を急硬と言ふ事と同一に解釋すべきであるが、淺野セメント會社のパンフレットで高級セメントと急硬セメントを區別しようとしてゐるのは筆者にはその何の意たるやが判明しない。之は恐らくアツペンデン(凝結)とヘールテン(硬化)とを混同し、急結セメントと急硬セメントとを混同した結果ではあるまいか。

因みに獨逸では一般に此の種のセメントをホホ、ウエルテイガ、ツエメントと呼んでゐる。之は高價セメントの意味ではなく、高級セメント、高強セメントと意譯すべきであつて、ウエルトと言ふ文字には價値の字義はあるけれども、價格の字義は見當らでない。

亡くなつた森鷗外さんの様に文字の詮議は先づそれ位で

打切つて置くが、淺野セメント會社が三十六時間セメントと誇稱するに足るだけの優秀たる急硬ポトランド・セメントの製造に成功した事は筆者が滿腔の敬意を表する所である。

各種セメントの各種材齡に於ける強度の概念を與へるために次の比較表を掲げる。

混凝土(一、二、四) 抗壓強度の比較

| 材齡 | アルミナセメント | 英國急硬セメント | 獨逸急硬セメント | 淺野ペロセメント | 普通セメント |
|----|----------|----------|----------|----------|--------|
| 一日 | 〇・六八     | 〇・〇六     | 〇・〇九     | 〇・三五     | 〇・〇三   |
| 二日 | 一・〇〇     | 〇・一四     | 〇・二五     | 〇・七〇     | 〇・〇九   |
| 三日 | 一・二九     | 〇・三〇     | 〇・三七     | 一・〇〇     | 〇・一七   |
| 一週 | 一・三〇     | 〇・七六     | 〇・九〇     | 一・二三     | 〇・五〇   |
| 四週 | 一・七六     | 一・四七     | 一・五〇     | 一・五〇     | 一・〇〇   |
| 三週 | 一・九三     | 一・七三     | 二・一二     | —        | 一・七八   |

膠泥試験の結果は混凝土の場合とは大差があるけれど、セメントは専ら混凝土として使用せられるのが原則であるから筆者は混凝土の強度に比較の焦點を置く。

茲に注意すべき事は凡ての急硬セメントは、アルミナ・セメントと所謂高級セメントを論ぜず、早期強度は如何にも高いけれど、材齡が長するに従つてその強度増進率が、た落ちをする共通現象であつて、甚しい場合には材齡が長するに従つて強度が却つて減退する事さへあるのである。此の點は各製造者が尙かに頭痛に病んでゐる所であるが強度減退は恐らく組成の不均一、施工法並に養生法の欠陥などがその原因であらうから、セメントの製法なり施工法なりが改善せられるに従つてその憂は除かれる事と信ずる。加之、強度の減退を示す場合と雖もその減退量は極めて輕微であるのを常とするから、それ程氣に病むにも及ぶまい。

それから急硬セメントの短期強度が高く材齡四週にして普通のセメントの強度の一五〇%に相當する強度を出す所から必然的に考へられるのはそれではセメント量を減じ、混凝土の配合を落としてもよいではないかと言ふ事であらう。

混凝土構造物の設計にあつては強度は材齡四週を標準とするのであるから、材齡四週に達する迄荷重を加へない事を條件とするならば、配合を落としてセメントを節約するのも一法ではあるが、急硬セメントはもとゞ混凝土の養生期間を短縮するために工夫研究せられたものであるから、材齡四週に達するまで漫然と手を拱いて待つてゐるのでは急硬セメント發明の意義を没却する事になる。それよりは配合はそのまゝにして置いて普通のセメント材齡四週の強度に等しい強度、換言すれば設計強度を發揮するに至つた時期を以て養生を打切つて、型を外すなり荷重をかけるなりした方が遙かに經濟的である。

加之如何にセメントの強度が高くなつたとしても混凝土

としては混凝材の空隙を填充するために一定量の微粒物を必要とするのであるから、配合を落して密度を減する事は決して優良なる混凝土を得る所以ではないのである。況んや急硬セメントは單にその早期強度が高いと言ふだけの話に過ぎず終局の強度は普通のセメントと大差なきに於てをや。

だから急硬セメント使用の目的はどうしても型板の取外を早める事、供用開始を早める事だけに限定すべきであらう。建物の床や橋梁などの場合には普通のセメントを使用すれば、型板の取外には三―四週間を置かなければならないが、所謂高級セメントを使用すれば之を一―二週間に短縮する事ができるのであつて、此のために蒙る工期短縮、工費節約の利益は莫大なるものがあり、到底少量のセメント節約の比ではない。

それから急硬セメントは普通のセメントに比して凝結時

の發熱量が多く、従つて温度の上昇が著しいと言ふ性質がある。アルミナ・セメントに於て特に然り。

此の性質は一方から言へば膨脹性龜裂の發生を防ぐがために灌水養生を充分にしなければならぬと言ふ事になるが、又他方から言へば之を嚴冬時に施工しても比較的凍結の危険がないと言ふ事になる。淺野ベロ・セメントにしても勿論此の特性が與へられてゐるのではあるけれど、此の點に關する實驗は猶ほ極めて不充分であるのを遺憾とする。何れにしても國産高級セメントの歴史は今日猶ほ頗る淺いと云へ、筆者は今後益々此の種のセメントに關する實驗と研究とが盛大に赴く事を祈つて已まない。