

混凝土の合理的配合に就て……………(4)

本 論……………(3)

工 學 士 宮 原 涉

實例について、説明した通り、與へられた材料を使用して、所要の條件を満足する、最も經濟的な配合は、標準重量比で、

$$W : C : S : G = 0.65 : 1 : 2.4 : 3.5$$

$$\frac{W}{c} = x, \frac{s}{c} = s, \frac{g}{c} = g \text{ とすれば、}$$

$$x : 1 : s : g = 0.65 : 1 : 2.4 : 3.5$$

であることが判つた。

現場配合比は、其の時の骨材の含水率が分れば、前例に示した通り、簡單に之を求める事が出来る。骨材の含水率を知るには、色々な方法があるが、著者の最も簡便と考へる方法は、次章に於て之を説明するであらう。

實例の最後の項には、容積比に依る現場配合比を求めて置いたが、此は重量配合法に依る時は、前例で云へば、現場重量配合比の、

$$W : C : S : G = 0.46 : 1 : 2.55 : 3.6$$

$$\text{即ち } x : 1 : s : g = 0.46 : 1 : 2.55 : 3.6$$

をそのまま、使用すればよいので、必要ない譯であるが、今日一般に容積配合法が行はれてゐるので、比較的便宜上掲げた迄である。以上は一定の材料を、最も經濟的に使用する配合比の求め方であるが、一定の混凝土を最も經濟的に得る材料の選擇も亦同様に可能である。即ち種々の材料を組合はせて、各の場合第五圖の如き圖表を描けば、材料費曲線の最低點の位置を比較する事に依つて、最も經濟的な材料と、其の配合比が、合理的に求め得られる譯である。

(追記)

第四節に於て、合理的配合設計法を解説した際、欲する強度を得るために、混凝土の保つ可き水セメント比を求める方法として、使用せんとする材料を用ひ、現場の混練方法に

よつて、種々の水セメント比を有する混凝土試験體を作り、其の強度を實際に試験して、欲する強度に相當する水セメント比を求めればよい事を述べておいた。

此方法が最も精密であることは論を俟たない處であるが、之れには極めて大なる試験設備を必要とし、又此に要する手數もかなり大きいといふ缺點がある。最近濱田博士の提唱にかゝる軟練モルタルを用ふる應壓強度試験の方法は、此不便を大いに緩和するものと信ずる。

元來軟練モルタルによる試験方法は、D.A. Abrams 教授にその端を發してゐる。

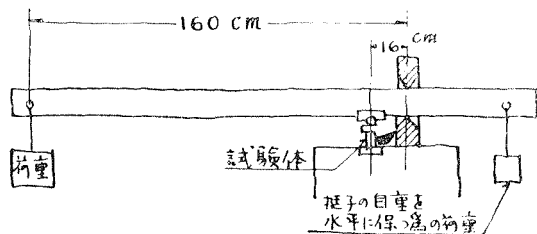
(D. A. Abrams: Proc. A. S. T. M. 1927 Part 1 参照)

即ち教授は純セメント液で應壓試験をなす可き事を説いたのであつて、之は軟練のセメント液である點に於て、極めて結構なものであるが、尙水セメント比が混凝土と著しく異なるために、不都合が起る様である。其後E.H. Brickett 氏は、此の缺點を除去するために、砂を入れてモルタルとし、其の水セメント比を混凝土と同一として、應壓強度試験をなす可き事を唱へた。

(Plastic Mortar Compression Tes's for Cement. Edwa d. H. Brickett : Proc. A.S.T.M. 1928. part 11 参照)

此方法による時は、セメントの種類如何

第六圖



に關せず、其のセメント試験の強度と混凝土の強度とが、最もよく相平行すべきことは、幾多の経験から察知し得る所である。氏は試験體として、二吋立方體を使用したのであるが、濱田博士は更に小型の、直径15.95cm高さはその二倍の圓錐形であつて、斷面積が丁度2cm²となるものを使用した。

(濱田稔:コンクリート強度を目的とするセメント強度試験方法、建築雜誌昭和5年9月號参照)

此方法による時は、装置も極めて簡單で、工事現場に於ても手軽に試験を行ふ事が出来る。その装置の大體を紹介すれば第六圖の通りである。濱田博士は普通のポートルランドセメント、風化せるポートルランドセメント、高爐セメントの多數について試験された結果、同一水セメント比のモルタルと、混凝土との、應壓強度の間には、次の如き關係式が成り立つ事を見出された。

$$S = 0.9n \quad (16)$$

茲に S = 混凝土標準應壓強度

n = モルタル小型應壓強度

即ち種々の水セメント比を持つモルタル小型試験體を作つて、此を現場で試験し、一方欲する混凝土の應壓強度に相當するモルタル小型應壓強度を(16)式より求め、其の強度に應ずる水セメント比を、實驗的に求めればよいのである。

尙、(13)式の Graf 教授の換算式は普通のポートルランドセメントにはよく當てはまるが、風化したものや高爐セメントには、其の儘適用出来ないのに反して、(16)式はあらゆるセメントに適合する長所があると謂はれてゐる。

第二章 混凝土の合理的配合

方法に就いて

第一節 配合方法の意義と従

來の配合方法の批判

前章に述べた所に従つて設計された、欲する強度と流動性を有する、しかも最も經濟的の配合も、實際に混凝土を製作する際に、之が精確に保持されなければ、折角の配合比も

全然無意味のものとなつて終ふ。即ち混凝土配合の第二段の問題は、斯くの如くにして求められた配合を、如何にして正しく保つ可きかといふ配合方法、従つて其の装置に關する研究である。云ひ換へれば、前章の Design of Concrete Mixture に對して、本章は Field control of concrete Mixture に關するものである。

般に土木建築界に於ける、混凝土の製作は近年に至る迄、極めて杜撰なる方法によつて行はれてゐた。即ち其の多くは、工事現場に於て混練機(Mixer)を据付け其附近に砂、砂利等を積み置き、此等の材料は殊に精確に計量される事なく、殆んど取扱者の目分量によつて、混練機に投入するのを常とした。故に朝時人夫の元氣衰へざる間は、砂、砂利は盛り高に摺り込まれ易いが、漸次疲勞を覺えるに連れて、其の量は次第に減少し、所定の量を充さない例が多い。其の結果朝と夕とに於ける骨材の分量は極めて不同のものとなり、混凝土の品質統一の如きは全く期待することが出来ない。又水槽による水量の如きは、一層不正確なものであつて、甚しきは水槽を全く用ひないものもあつて、其等の多くは運轉手の目分量に委せ、水量の計量さへ行はない状態であつた。

斯の如きは、配合理論の發達した今日に於ては、最早批評の餘地がないが、更に一步進んで各材料の正確なる計量を目的とせる現在の方法並びに装置にも、尙不滿の點が少なくないと考へる。以下、其代表的なるものについて一通り批評を加へて置く。

(1) 容積配合法

混凝土材料の計量装置として、砂、砂利をその容積に依り計量配合する方法である。此の装置は所謂 Batch Plant と稱せられるものであつて、先づ砂、砂利を計量し、次いでセメント及び水を計量加減の上、混練機に投入するものである。此等の Batch Plant は容積を加減するため普通調節装置を備へ、配合比に従つて適當の調節を必要とする。此の容積配合装置は、

材料計量上一歩を進めたるものであることは勿論であるが、此の Ba'cher Plant によつて飽く迄配合の精確を期することは、到底不可能と言はなければならない。混凝土の材料中水の計量のみは問題でないが、セメント砂及び砂利の三者の容積計量には、不正確を來す可き種々の避く可からざる事情が存在する。

元來セメントは化學的充填料であつて、混凝土の凝結はセメントの加水方解に起因するものであるから、化學的反應が重量によつて Measure されることを考へれば、セメントも重量で Measure されるのが、本來の理論である。

殊にセメントの如き微粉末體の容積なるものは、其の充填方法によつて差異のある事は言ふ迄もない。次の表は其差異を表はす一例であつて、例へば一リットルの容積に出来る丈軽く詰める Föme 充填法による場合の重量を 100 とすれば、搖込の場合は八割も重くなつて 180 となつてゐる。

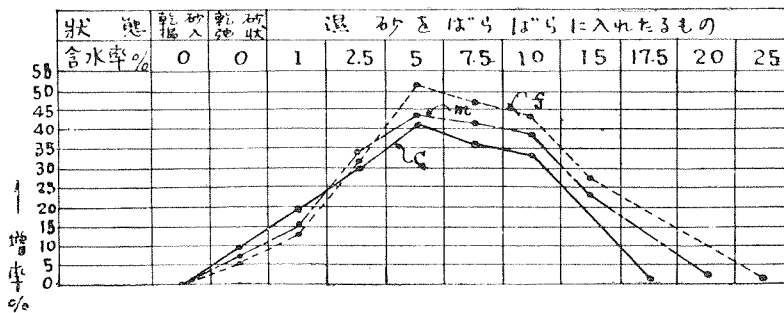
セメントの容量調表

詰方種類	容 量 gr/litre	最小容量ニ 對スル%
手ニテ最モ緩ク充填	1105	109.8
シヨバルニテ詰込	1140	113.3
Böhme	1006	100.0
手ニテ搖込	1809	179.8
max.—min.	803gr/litre	79.8%

現行の市街地建築物法にはセメント一立方米の重量を、1550kgと規定してあるが、數字が

第七圖

砂の含水率と容積との關係



面倒で計算に不便なため最近では 1500kg/m³ とする例が多い様である。何れにしても普通工事現場で測る時は、此規定よりも幾分輕装となるため、適當に計量器の容積を割増して計量してゐる現状では、水量が正しく計量されるのに對して、セメント量の丸填程度の差異によつて、常に水セメント比は浮動してゐると見なければならぬであらう。

砂、砂利もセメント程ではないが、何分 Loose Material であるため、同様に充填の程度如何によつて、其の容積は一定でない。次の表は、ある砂と砂利とについて調べたもので、參考迄に掲げて置く。

砂、砂利ノ容量調表

詰方ノ種類	砂		砂 利	
	容 量 g/litre = 對スル%	最小容量	容 量 kg/litre = 對スル%	最小容量
手ニテ最モ緩ク充填	1.45	100.0	1.53	100.0
シヨバルニテ充填	1.47	101.4	1.54	106.2
日本混凝土試験法	1.60	110.3	1.70	117.2
手ニテ搖込	1.64	113.1	1.92	18.2%
Max — Min	190 gr/litre	13.1%	190 gr/litre	18.2%

尙此外に、骨材には含水による容積の變化といふ面倒な問題がある。第七圖は砂の含有水分と、容積との關係を圖示したものであつて、c—粗砂(粗粒率2.65) m—中目砂(粗粒率2.30) f—細砂(粗粒率1.20)の三種について實驗した結果である。此で見ると細粒の砂では、含水率 5%附近に於て最大値を示し、其の増率は50%以上に及んでゐる。

此の影響は粒狀の差によつて、變化があるばかりでなく、又粒の形狀によつて大なる變化を示す事は言ふ迄もない。此は主として、骨材中に含まれる水の表面張力に起因するもの

であつて、砂利は砂に比して粒が粗大な丈、表面張力の作用を受ける事が少いけれ共、其の影響は明かに認められるものである。

斯くの如く一定量の骨材は、其中に含まれる水量の異なるに連れて、且つ其の取扱方法の緩急如何によつて、其の容積は常に變動のあることを考へれば、容積計量によつて、混凝土の品質の均一を望むことは困難であらう。

容積配合法には以上の如き缺陷を伴ふを以つて、嚴密なる配合比を得ることは、先づ不可能と言はなければならぬ。

(2) 飽和配合法

此の方法に使用する装置は、所謂 Inundator にして、其の目的とする所は依然骨材の容積配合である。唯前述の容積配合法に於て、骨材は含水状態の如何によつて、其の容積を異にするが、此は浸水飽和 (Inundated) の状態に置く時は、殆んど乾燥摺入の場合の容積に一致するといふ特性を利用して、骨材の計量の正確を得んとするものである。而して現今一般に使用されつゝる Inundator は、骨材の内砂利は含水による容積の變化は比較的少にして negligible と考へ、唯單に砂についての Inundation を行ふものである。

本装置に依る配合法は、從來の容積配合法に比し、より合理的なりと考へられ、其の宣傳と相俟つて、かなり廣く使用されつゝある現状であるが、著者は本装置による配合法にも、尙幾多の疑問を持つものである。

其の第一は、本装置の基礎をなす所の、砂を水中に投入さへすれば、其の砂の量は乾燥摺入の状態で量つたものに等しく、砂の間にある水量は砂の乾燥摺入の場合の空際に等しいと考へてゐるが、實際には決してさうでない。水中に量り込んだまゝでは、砂はかなり緩く詰まつてゐるし、又現在の機械装置では、此以上詰めることは不可能と考へられる。

砂の入り方の割合、即ち最初定めた浸水計量器の容積に對して、Inundate した砂の容積は何程に當るかといふ、その割合を飽和率

(Inundation factor) と名付ける。此の飽和率は色々實驗した結果から綜合して見ると、大體次の事が認められる。

1.) 準備水が:—

少い程飽和率は低い—砂の入高が少ない
多い程飽和率は高い—砂の入高が多い

2.) 砂の含水率が:—

小さい程飽和率は低い—砂の入高が少ない
大きい程飽和率は高い—砂の入高が多い

3.) 砂の粗粒率が:—

小さい程飽和率は低い—砂の入高が少ない
大きい程飽和率は高い—砂の入高が多い
即ち準備水の多少、含水率の大小、粗粒率の大小等に依つて、砂の質量に變化があり、從つて水量にも變化を來してゐる。且つ此等の條件が混雜した場合には、更に複雑な結果を生ずるもので、この點吾々の豫期に反する所が甚だ多い。

第二には、此は Inundator の生命に關する問題であるが、機械装置に依つて砂を浸水飽和せしめるには、少くとも空隙を完全に充滿する丈の水量を必要とする。普通は準備水を浸水計量器の1/3乃至1/2迄溢れ入れて置いて、砂を入れる時は必ず Overflow させることによつて、此目的を達してゐるが、一方混凝土に配合すべき水量といふものは、水セメント比から當然制限される。從つて Inundator は砂の完全なる浸水計量を主眼とするものであるが、砂の性状、セメントと砂との配合比、水セメント比等の大小如何によつて、此目的を遂行し得る場合と、得ない場合とを生ずる。云ひ換へれば、

第二には、此は Inundator の生命に關する問題であるが、機械装置に依つて砂を浸水飽和せしめるには、少くとも空隙を完全に充滿する丈の水量を必要とする。普通は準備水を浸水計量器の1/3乃至1/2迄溢れ入れて置いて、砂を入れる時は必ず Overflow させることによつて、此目的を達してゐるが、一方混凝土に配合すべき水量といふものは、水セメント比から當然制限される。從つて Inundator は砂の完全なる浸水計量を主眼とするものであるが、砂の性状、セメントと砂との配合比、水セメント比等の大小如何によつて、此目的を遂行し得る場合と、得ない場合とを生ずる。云ひ換へれば、

1.) 砂を浸水計量して、水セメント比を保ち得る場合。

2.) 砂を浸水計量すれば、水量過多となり、水セメントを保ち得ない場合。

が在る。其の限界は

$$Q \geq P + P' \dots\dots\dots (16)$$

に依つて決定される。

茲に Q: 水セメント比による全水量(セメン

トの重量×水セメント比)

P: 浸水計量によりて送られる總水量

P': 砂利の含水量

此の關係を實例によつて説明し兩者の限界を求めて見やう。

實例

(條件)

容積配合比 C: S: G = 1: 2.4: 2.6

水セメント重量比 0.65

セメント一立方メートルの重量 1550kg

實驗の結果の平均値による飽和率 0.89

水量率 (Mixer に入る水量の浸水計量器に對する割合) 0.35

砂利の含水率(容積比) 0.02

Mixer の capacity 21ft.³

(計算)

Mixer の capacity から一回割に、セメント 50kg 袋入 4袋を使用するものとす。

セメント $50\text{kg} \times 4 = 200\text{kg} = 0.129\text{m}^3$

砂 $0.129\text{m}^3 \times 2.4 = 0.310\text{m}^3$

(浸水計量器の容積)

砂利 $0.129\text{m}^3 \times 2.6 = 0.3354\text{m}^3$

水 $200\text{kg} \times 0.65 = 130\text{kg} = 130\text{litre}$

依つて、砂と共に投入される水量は

$0.356\text{m}^3 \times 0.35 = 0.1246\text{m}^3 = 124.6\text{litre}$

..... P

砂利の含む水量は、

$0.3354\text{m}^3 \times 0.02 = 0.006708\text{m}^3 = 6.708\text{litre}$

..... P'

∴ $P + P' = 124.6\text{litre} + 6.708\text{litre}$

$= 131.308\text{litre}$

即ち $Q < P + P'$ にして、本装置の使用限度を暗示してゐる。茲に若しセメントに對する砂の配合比が此より大なるとか、砂利の含水量が此より大なるとか、或ひは又水セメント比が此實例以下なる場合には、明かに飽和計量は不可能となる。

以上の如く、浸水計量を Over-flow せしめて行ふ時は、往々水量過剰を來すものにして、此の現象はより經濟的な材料を選定して、合

理的に配合を設計する場合に屢々起るものである。此がため工事現場に於ては、準備水を少なく入れ、Over-flow せしめまして、砂を計量するのを見受けるけれど、斯の如きは根本的に本装置の性質を誤りたる窮策にして、かゝる方法を以つて計量する時は、砂の量も水の量も極めて不均一なる結果を生じ、水セメント比の如きは殆んど無視せられ、従來の計量と無差別なき結果に陥るものである。

斯の如く水量過剰を來す場合は、本装置は其の目的の大半を失墜せるものにして、單なる材料計量としてのみ、使用されてゐるに過ぎない。

尙本装置の使用に當つて考慮すべき問題は各材料を混練機に投入する順序と、混凝土の強度との關係である。吉田博士は此關係を實驗によつて研究された。

(吉田徳次郎: 混凝土材料を混合機に投入すべき順序に就て、九州帝大工學部彙報第三卷第六號參照)

其の實驗報告に依れば、従來の如く砂、セメント、砂利等を先づ空練にしたる後、水を注加する方法と、先づセメントに水を加へてセメント糊狀體 (Cement paste) を作り、之に骨材を注加混合する場合とに於て、後者は前者に比し數割の強度を増すと謂ふ。此に對する著者の意見は後節に於て述べるが、若し此説が正しいものと考へれば、混合水の殆んど凡てが、砂と共に混練機に送り込まれる、本装置本來の順序と比較考察する時は、全く相容れざる所のあるを發見するであらう。

第二節 重量配合法の提唱

吾々が混凝土に對して要求する性質としては、強度 (Strength) と流動性 (Workability) 並びに經濟 (Economy) の三者が其の主要なることは、既に序論に述べた通りである。

而して混凝土の強度は、其が Plastic で Workable である範圍では、セメント自身の強度と水セメント比に従つて決定され、其の流動性は、一定の材料については、セメントに

對する骨材の割合と、細粗骨材の配合比によつて支配されると考へられる、又經濟的に設計された配合比は、其割合を少しでも變ずればそれ丈最も經濟的といふ事から遠ざかることは言ふ迄もない。此の三つの條件を前提として考へる時は、現今一般に行はれつゝある配合法は何れも不完全なことは既に前節に詳述した通りである。一體混凝土の如き一種の化合物を作る場合、其の材料を容積によつて計量するといふ事が無理と云はねばならないのであつて須く重量に依る可きは論を俟たないと思ふ。

然も從來専ら容積計量に依つた所以のものは、蓋し重量計量を行ふ場合の作業の困難に起因するものと考へられる。

著者は此點に著眼して、如何にしてより簡単に重量計量を行ふべきか、しかも作業の能率といふことを第一條件として考究した結果一つの成案を得たのである。其れは著者の、秤量式混凝土配合機と名付けるものにして、其機能の詳細は次節に於て之を説明するであらう。若し此の装置にして、以上の 的に充分副ひ得るものならば、合理的に設計された混凝土の配合比は、各材料をその重量を計ることによつて、初めて精確に保ち得られるものと信ずる。此の各材料の配合を重量計量によつて得んとする方法が、著者の此處に提唱せんとする重量配合法であつて、此の重量配合法による時は、セメント及び骨材の詰方による不正確、骨材の含水による容積の變化といふが如き面倒な問題は全然排除されることになる。

混凝土の配合設計に際しても、又其強度其他の性状を check する場合にも、其の配合が容積比で與へられてゐる時でさへ、吾々は配合の正確を期せんがため、必ず容積比を重量比に換算して實驗を行ふものである。此事から考へても、重量配合法が理想的なることは明かであらう。即ち現場で容積配合法によつて作られた混凝土といふものは、折角重量比

で試験して得た混凝土の性状に對して或ひは多少の相異を來すかも知れないといふ懸念が常にある譯である。此點に於て重量配合を行つたものは、材料配合の範圍では、豫め試験室に於て驗べた結果と何等相異を生じないといふ事が云ひ得るであらう。云ひ換へれば、重量配合法には、配合設計に當つて要求された條件がそのまま、確實に得られるといふ大なる長所がある。

又配合比の表し方に就いても、普通容積配合法では、セメント：砂：砂利の容積の割合を示し、別に水セメント比を云ひ表すのに對して、重量配合法にあつては、水：セメント：砂：砂利の重量比を以つて簡單に之を表示する事が出来る。此事は混凝土の性質を支配するものは、専らセメント糊狀體であるとする今日の配合理論の意味にも、よく當てはまるものと思はれる。

一定量の混凝土を得るための、各材料の所要量を求めることは、常に必要なことであるが、其れには精粗二つの方法がある。實際に混凝土を作つて、之に要した各材料の量を求める方法が精密な方法で、最も正確な結果が得られるが、實際に混凝土を作る手段を省くために、計算から此を求める簡単な方法がある。其れには容積比を使用する場合と、重量比を使用する場合とあるが、容積比を用ふる時は色々の誤差が入り易いので、一度此を重量比に直してやらねばならない。重量比を用ひて行ふ場合には次の式を用ふるのが便利である。

今、混凝土が plastic で、相當の Workability を有し、骨材の間隙はセメント糊狀體が充されてゐること、過大の水量を使用する場合の様に水が混凝土から分離しない事、及び使用水が非常に小であるか、配合が甚だ貧であるか、又は骨材が極めて微細である場合の如くに、混凝土の内部に多量の空氣を含まない事等を假定すれば、次の算式は簡單で誤差も極めて少なく、充分正確な結果を與へるも

のである。實際に於て混凝土を作る時には、以上の假定が成り立つ様な、混凝土を作ることに努力するものであるから、以上の假定は事實に近い場合が多い。

以上の假定をなし得る様な混凝土の容積は骨材の絶體容積(骨材の容積より其空隙を減じたる容積)と、セメント糊狀體の容積との和であると考えることが出来る。即ち

$$C = V_P + D_S + D_G \quad (18)$$

茲に $C =$ 出來上つた混凝土の容積(m^3)

$V_P =$ 使用セメント糊狀體容積 (m^3)

$D_S =$ 使用した砂の絶體容積(m^3)

$D_G =$ 使用した砂利の絶體容積(m^3)

練りたての混凝土中に於けるセメント糊狀體の容積は、セメントの絶體容積と使用水量との和であると假定して充分正確である。

水セメント比を x とすれば、使用セメントの容積 V_c に對して使用される水量は

$$(V_c \times w_c \times x) \div 1000 = \frac{V_c w_c x}{1000} \text{ 立米} \quad (19)$$

である。茲に w_c はセメント一立方米の重量(kg)である。

使用したセメントの絶體容積は

$$V_c \times \frac{w_c}{s_c \times 1000} = \frac{V_c w_c}{s_c \times 1000} \text{ 立米} \quad (20)$$

である。茲に s_c はセメントの比重を示す。依つて、使用したセメント及び水によつて出來るセメント糊狀體の容積 V_P は次式で計算出来る。

$$V_P = r \frac{V_c w_c}{1000} \left(x + \frac{1}{s_c}\right) \text{ 立米} \quad (21)$$

今使用セメントの容積 V_c の重量を W_c kg

とすれば、 $V_c w_c = W_c$

であるから、(21)により

$$V_P = \frac{W_c}{1000} \left(x + \frac{1}{s_c}\right) \text{ 立米} \quad (22)$$

次に使用した砂の容積(立米)に、その一立方米の重量を乗じたるもの、即ち使用したる砂の重量を W_s kg 比重を s_s とすれば使用した砂の絶體容積 D_s は、

$$D_s = \frac{W_s}{1000 s_s} \text{ 立米} \quad (23)$$

同様に使用したる砂利の重量を W_g kg、其の比重を s_g とすれば、使用した砂利の絶體容積 D_g は

$$D_g = \frac{W_g}{1000 s_g} \text{ 立米} \quad (24)$$

依つて(18)式に(22)(23)及び(24)式の値を入れて、

$$C = \frac{W_c}{1000} \left(x + \frac{1}{s_c}\right) + \frac{W_s}{1000 s_s} + \frac{W_g}{1000 s_g} \text{ 立米} \quad (25)$$

重量配合比が $x : 1 : s : g$ とすれば

$$W_s = s \times W_c, \quad W_g = g \times W_c \quad (26)$$

此の關係を上式に代入すれば

$$C = \frac{W_c}{1000} \left(x + \frac{1}{s_c} + \frac{s}{s_s} + \frac{g}{s_g}\right) \quad (27)$$

(25)又は(27)式は使用材料の量と與へて、混凝土の出來高を知るに便利な式である。

(27) 式を變化させれば次式を得る。

$$W_c = \frac{1000C}{x + \frac{1}{s_c} + \frac{s}{s_s} + \frac{g}{s_g}} \text{ kg} \quad (28)$$

即ち上式に於て重量配合比 $x : 1 : s : g$ が與へられれば、 C 立方米の混凝土を得るに要するセメントの重量 W_c kg が求まる。

W_c 求まれば砂と砂利との所重量(W_s kg W_g kg)は(26)式から求まる。又其時の水量は、 $x \times W_c$ kg = $1000x \times W_c$ ccである。

實例

$$x : 1 : s : g = 0.65 : 1 : 2.4 : 3.5$$

$$s_c = 3.16, \quad s_s = 2.65, \quad s_g = 2.65$$

なる時、一立方米の混凝土を作るとすれば、

$$\begin{aligned} W_c &= \frac{1000C}{x + \frac{1}{s_c} + \frac{s}{s_s} + \frac{g}{s_g}} \text{ kg} \\ &= \frac{1000}{0.65 + \frac{1}{3.16} + \frac{2.4}{2.65} + \frac{3.5}{2.69}} \text{ kg} \\ &= \frac{1000}{3.193} = 313.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$W_s = s \times W_c = 2.4 \times 313.2 \text{ kg} = 751.7 \text{ kg}$$

$$W_g = g \times W_c = 3.5 \times 313.2 \text{ kg} = 1096.2 \text{ kg}$$

(次號完結)