

bitulithie が考案された。

(6) 之らの工法の modified 型として Trinidad でも 2cm 級碎石を混入する modified topeka type が創案された。

(7) 之で一應高級舗装の型式は結論を得られ、進で之らの modified が配合粒度品質温度機械器具の改良となつた。

(イ) 急勾配の路面が滑り易いので hill-side mixture

(ロ) 基礎セメントコンクリートの龜裂を避けるために black base を用ふる様になり、之によりまた交通繁多な街路でセメントが交通禁止の養生期間を避ける爲に終電車と初電車との間の数時間で基礎層から表層までを施工完了し得る様にも用いる様になつた。

(ハ) needing action をみては asphalt の%を減じ (ニ) 細砂と石粉との%が関心の対象となり交通量に対する粒度曲線の規準が得られた。

(8) 一方英國では oil を産せず 2 億 5 千万 t の石炭よりのタールが同じ瀝青分だから之を用いて dressing, glauting, tar max 工法が発達した。

(9) 以上は hot 工法であるが加熱しない冷式工法も研究せられ特に乳剤がその径 2-3 μ なので薄膜を作りうるので容易に修理に用いられ次第に本工事に用いられた。

(10) asphalt 資源の不足のため廢材の利用、再生として人工アスファルトや、cut back して各種の品質を使用可能にして SC, MC, RC, Ap 等の材料が市場に現れ之らは加工品であるから、用途に応じてその品質をかへてる。かく適当な品質のものへの再生とその性質にあり様な工法が必要となるに至つた。

(11) 以上の発達経過をスタートとして各種舗装の本質を科学的に研究し工法を技術的に、経済的に施工する機械器具とその方法を研究し、進んで舗装の工学的性質経済的價値を論じ選定の基準を導き更に修理管理の方法組織を論ずべきものである。

4. 結 び

目覚しい発達をとげつゝある現代で技術教育は先づ

(1) Core をどこに求めるべきか。

(2) 学科の取捨附加の選定、時間、單位、学年配分順序

(3) 学習方法、講義演習設計、計画実験見学、研究会の組合せ

(4) 各学科の Concentration と連絡

科学のすばらしい発達に沿つて技術教育は技術指導とその研究の方向の把握の見地に立つて進まん事を望んで止まない。

カタ練りコンクリートの経済的配合の設計

正 員 工学博士 内 山 實*

ECONOMICAL DESIGN OF MIXTURES OF CONCRETE OF DRY CONSISTENCY

(JSCE Art. 1950)

Minoru Uchiyama, Dr. Eng., C.E. Member

Synopsis The essential property of hardened concrete are strength and durability. It is the primary purpose of designing concrete mix to determine water-cement ratio on the basis of the strength and durability required specifically by type and use of the structure. And next comes the problems of economy.

After searching relation between water amount of dry concrete and suitable amount of work to be done on compacting it, it is found that an economical design of the mix is possible only when based on this relation.

1. 緒 言

一般に、硬化したコンクリートの重要な性質は、強サと耐久性である。従つて、コンクリート配合の設計に当つては、構造物の種類及び使用の目的に應じ、所

要の強サまたは耐久性に基いて、まずその水セメント比を決定する。配合の設計で、次に重要なのは経済で、これは所要の強サ及び耐久性に比べると、重要な点では同格でないが、コンクリート工事、Precast Concrete 工業等では、配合設計の主要な目標となるものである。plastic で workable なコンクリートの経済的結合については、その設計方針が今日明らかに

* 中央大学教授

1) 著者内山實、カタ練りコンクリート堅固強度試験標準方法の研究、土木学会誌第 35 巻第 2 號

されて居るが、カタ練りコンクリートについてはまだその例をみない。筆者は、最近、カタ練りコンクリートの水量とその適正な締固め仕事量との関係を究明した結果（土木学会誌、第35巻第2号「カタ練りコンクリート圧縮強度試験標準方法の研究」参照）、これを適用することにより、カタ練りコンクリートの経済的組合の設計が始めて可能となることを知った。よつてここに、カタ練りコンクリートの経済的組合設計方法の体系を提示して、御参考に供する次第である。（本報告はさきに学会誌第35巻第2号に掲載した「カタ練りコンクリート圧縮強度試験標準方法の研究」に関連するもので、その研究結果の適用例の一つである）

2. 設計の方針

カタ練りコンクリートの経済化の目標は、要するに、所要の強サまたは耐久性をもつコンクリートを造るためのセメント量を節約することにある。コンクリートの水セメント比は所要の強サまたは耐久性から予定まるものであるから、セメント量を節約するには、使用するセメントペーストの量をなるべく小さくすること、すなわち、コンクリートの水量をなるべく小さくすることが必要なのである。従つて、まず第一に與えられた細骨材で、所要のコンシステンシーのコンクリートを造るのに、所定のセメントペーストの量を最小にする様な細骨材比を決定し、これを使用しなければならぬ（これは plastic で workable なコンクリートの場合と同様である）。

カタ練りコンクリートに、そのセメント水比に應じ、セメント水比と圧縮強サとの関係で示される程度の大きさの圧縮強サを発揮さすためには、適正な締固めを施すことが必要であつて、適正な締固め仕事量はコンクリートの水量が小さくなるほど増大することは、実験の結果すでに明らかである。すなわち、カタ練りコンクリートのセメント量を節約するため水量を小さくすると、他方において、締固めに要する労力費が増大する。故に、カタ練りコンクリートの水量には、経済的に一つの値が見いだされるわけであつて、この経済的水量は、セメントその他の材料費と締固め労力費の2者の合計を、最小

$$\text{空隙率 (\%)} = 100 - \frac{\text{所定の方法で測定した新しいコンクリートの単位容積重量}}{\text{新しいコンクリートの絶対容積から算定された } 1\text{m}^3 \text{の重量}} \times 100$$

ならしめることによつて決定されることになる（この際、コンクリートの練り混ぜ、運搬、型ワク等の一般費は、水量に対する関係が比較的少ないから、こゝでは問題としないこととする）。

カタ練りコンクリートの経済的水量が余り小さいと、適正な締固めを施しても、所期の強サまたは耐久性が得られない。すなわち、カタ練りコンクリートは、

コンクリートの圧縮強サまたは耐久性から要求される最小水量がある、コンクリートが経済的であることの重要さは、所要の強サまたは耐久性の次ぎに位するから、経済的水量が最小水量以下である場合は、最小水量まで増大する必要がある。

以上の様に、粗細骨材比及びコンクリートの水量が決定されると、水セメント比は所要の強サその他から既知であるから、一般に、コンクリートの配合比を算定することが出来る。そして斯様に設計された経済的組合のコンクリートに対しては、その水量に應じ、適正な締固めを施すべきことは当然である。

以下カタ練りコンクリートの経済的組合の設計方法を、粗細骨材比の決定、経済的水量の決定及びコンクリートの圧縮強サまたは耐久性から要求されるカタ練りコンクリートの最小水量の項に分けて、例を挙げて説明する。

3. 粗細骨材比の決定

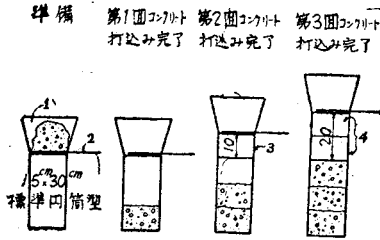
與えられた細骨材で、所要のコンシステンシーのコンクリートを造るのに、所定のセメントペーストの量を最小にする様な細骨材比を試験で決定するには、plastic で workable なコンクリートでスランブ試験を用いる。しかし、スランブ試験がカタ練りコンクリートに対して不適当なことはすでに明らかなので、筆者は、カタ練りコンクリートのコンシステンシーを判断する新しい目安として、カタ練りコンクリートの空隙率を用いる方法を考案し、これを適用した。

カタ練りコンクリートの空隙率：——締固めを施さないカタ練りコンクリートの空隙率は、水セメント比、セメントペーストの量、骨材の粒度、型の形状及び寸法、コンクリート打込みの方法等によつて違ふから、嚴密な意味のコンクリートの空隙率を與える標準方法を決定し、その値をコンシステンシーの目安として用いることは、明らかに困難であるが、こゝに必要なのは各種カタ練りコンクリートの空隙率の相対的な値であるから、次式によつて求め、これを使用することとした。

新しいコンクリートの単位容積重量の測定には、圖-1に示す様に 15×30cm の標準円筒型を用い、全高 30cm を 3層に分けてコンクリートを打ち込む。

打ち込みの作業は、円筒型上に金属製漏斗 1 を置き、その底板 2 の上に第 1 回分のコンクリートを静かに置き、2 を水平に引抜いてコンクリートを落す。落ちたコンクリートの上面はコテで軽く掻きならした後、第

図-1



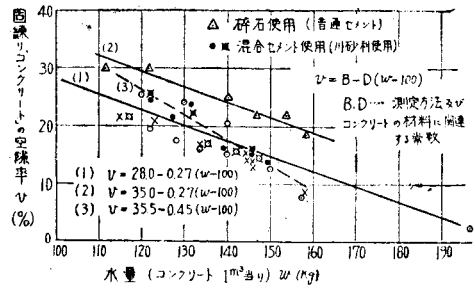
2回目のコンクリートを落とす。このときコンクリートの落下高さを第1回と同様 30cm とするため、漏斗と型の頂面との間に高さ 10cm の円筒をそり入してコンクリートを打ち込む。第3回目の打込みには高さ 20cm の円筒 4 をそり入してコンクリートを打つ。第3回目のコンクリートを打ち終った後は、その上面を型の頂面とほぼ一致する様にコチで揺きならし、その重量を測定し、その値から新しいコンクリート 1m³ 当りの単位容積重量を算定する。

新しいコンクリートの絶対容積から算定された 1m³ の重量は次の様に求めた。すなわち、 c =セメントの使用量 (kg), w =水量 (kg), s =表面乾燥飽和状態の細骨材の使用量 (kg), p =表面乾燥飽和状態の粗骨材の使用量 (kg), g_c, g_s, g_p をそれぞれセメント、細骨材、粗骨材の比重とすれば、コンクリートの絶対容積 V (m³) は、

$$V = \frac{w}{1000} + \frac{c}{1000g_c} + \frac{s}{1000g_s} + \frac{p}{1000g_p}$$
 で、新しいコンクリートの絶対容積から算定される 1m³ の重量 = $\frac{1}{V} (w+c+s+p)$ である。

この方法で各種の新しいコンクリートの空隙率を測定し、コンクリート 1m³ 当りの水量 w (kg) と空隙率 v (%) との関係求めた結果は図-2 の様である。普通セメントを用い、粗骨材として最大寸法 30mm の川砂利を用い、粗細骨材 (容積) 比を 2.0 としたコンクリートの場合は、直線 (1) となり、普通セメント、最大寸法 30mm の碎石を用い、粗細骨材 (容積) 比を 2.0 とした場合は直線 (2) に、シリカセメントまたは高炉セメント、最大寸法 30mm の川砂利を用い、粗細骨材 (容積) 比を 2.0 とした場合は直線 (3) となった。この結果によつてコンクリートの材料が一定なときは、コンクリートの空隙率は主としてコンクリートの水量によつて決定されることが判る。すなわち、この関係は一般に $v = B - D(w - 100) \dots (1)$ で表わされ、 B 及び D はコンクリートの材料及び空隙率測定方法に関連する常数である。コンクリートのコンシステンシーという性質は、水量の多少による軟らかさの程度をいうのであるから、この測定方法によ

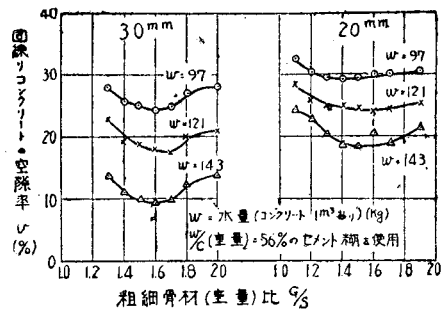
図-2



るカタ練りコンクリートの空隙率がカタ練りコンクリートのコンシステンシーの目安となり得ることは (1) 式によつて明らかである。この方法を適用した結果、スランプが 0cm 程度であるコンクリートに対しても、この空隙率は比較的明確にコンシステンシーの差異を示し、各回、値の誤差もスランプ試験に較べて僅小で、今後、現場もしくは実験室で、スランプ試験の代りにカタ練りコンクリートのコンシステンシーの測定方法として十分役立つことが判つた。

スランプ試験の代りにカタ練りコンクリートの空隙率を用いる本場合においては、所定の空隙率に対しセメントペーストの量が最小になる様な粗細骨材比を選定すべきである。すなわち、所定のセメントペーストの量に対しては、空隙率が最小になる様な粗細骨材比を選定すればよいことになる。最大寸法 30mm または 20mm の普通の粒度の粗骨材と、普通の細骨材を用いた場合の試験結果を例示すると図-3 の様である。

図-3 粗骨材の最大寸法
Fig3 Max. dimension of coarse aggregate



る。すなわち、粗細骨材 (重量) 比の異なる表面乾燥飽和状態の骨材混合物を造り、これに w/c (重量) = 56% のセメントペーストを 3 段に分けて加え (コンクリートの水量がコンクリート 1m³ 当り 97, 121 及び 143 kg となる様 3 段に分けた)、カタ練りコンクリートの空隙率を測定し、各使用水量の場合を通じ、コンクリートの空隙率が最小になる様な粗細骨材比を決定する

と、最大寸法 30mm のときは粗細骨材比 $G/S=1.6\sim 1.7$, 20mm のときは $1.5\sim 1.6$ となる。

4. 経済的水量の決定

いま所要の強サその他から要求されるコンクリートの水セメント(重量)比を 56% と仮定し、コンクリートの材料及び労力費の単価として、まず、戦前の都市における値をとることとする(表-1 参照)。

(a) 水量とセメント及び骨材費との関係

$w/c(\text{重量})=56\%$ が既知であるから、水量を減ずるほどセメント費を節約することが出来る。すなわち、コンクリート 1m^3 当りの水量を $w\text{kg}$ とすれば、コンクリート 1m^3 当りのセメント重量 $=w/0.56\text{kg}$, コンクリート 1m^3 当りのセメント費は $C_c=0.03 \times \frac{w}{0.56} = 0.0536w$ (円)……(2) となる。

表 - 1

種 別	戦前の都市における単価 (円)	昭和 23 年 8 月 頃 の単価	
		公價(円)	自由價(円)
セメント 1袋 (50kg)	1.5	130	500
砂 $1\text{m}^3(1750\text{kg})$	3.0	300	600
砂利 $1\text{m}^3(1710\text{kg})$	6.0	350	700
人夫賃1日(8時間)	2.4	85	150
電力1kW日(設備費による増20%を含む)	0.036	0.72	0.72

なお、水量を減ずると、コンクリート 1m^3 当りの骨材の所要量が幾分増大し、骨材費が増加する。すなわち、コンクリートの出来上り高 1m^3 に対しては、

$$1 = \frac{w}{1000} + \frac{c}{1000g_c} + \frac{ag}{1000g_{ag}} \quad \text{ここに } ag = \text{コンクリート } 1\text{m}^3 \text{ 当りの粗細骨材混合物の重量, } g_g = \text{骨材の比重} = 2.65, g_c = \text{セメントの比重} = 3.14 \text{ とすれば,}$$

$$1 = \frac{w}{1000} + \frac{w/0.56}{1000 \times 3.14} + \frac{ag}{1000 \times 2.65} \quad \text{故にコンクリート } 1\text{m}^3 \text{ 当りの骨材重量は } ag = 2650 - 4.15w \text{ である。}$$

いま粗骨材の最大寸法を 30mm, 実験で決められたセメントペーストの量を最小にする粗細骨材比を 1.7 とすると、この粗細骨材混合物 1kg の単価は 0.00284 円となる。故に、コンクリート 1m^3 当りの骨材費は $C_{ag} = 0.00284 \times ag = 7.53 - 0.0118w$ ……(3) となる。従つて、水量とセメント及び骨材費の関係は (2) 及び (3) 式から、 $C_c + C_{ag} = 0.0536 \cdot w + 7.53 - 0.0118w$ ……(4) である。

(b) 水量と締固メ労力費との関係

コンクリート 1m^3 当りの水量 w と供試体 1 個当

りの適正な締固メ仕事量 W との関係は、一般に、 $W = A \cdot w^{-0.26}$ で表わされ、 A はコンクリートの材料、締固メの方法、コンクリート体の形状及び寸法等によつて決定される常数であることは、すでに筆者の報告したところで、この関係から、コンクリート 1m^3 当りの水量とコンクリート 1m^3 当りの締固メ労力費との関係を求めることが出来る。

いま一例として、突固メを行う場合について考え、突固メ仕事量 1kgm の労力費を労働時間から求めてみる。実験室の経験によると、重量 2.5kg の突棒を高サ 10cm から落す突固メは、1分間に約 80 回行うことが出来るから、1回の所要時間 $= \frac{60}{80} = 0.75$ 秒となる。故に、その労力費は

$$\frac{2.4}{8 \times 60 \times 60} \times 0.75 = 0.000062 \text{ 円となる。1回の突固メ仕事量} = 2.5\text{kg} \times 0.1\text{m} = 0.25\text{kgm} \text{ であるから、仕事量 } 1\text{kgm} \text{ の労力費} = \frac{0.000062}{0.25} = 0.000248 \text{ 円となる。}$$

1kgm の労力費を突固メによる疲労から算定してみる。試験の結果によると、重量 2.5kg の突棒による 1日最大の突固メ回数は大約 20000 回である。故に、仕事量 1kgm の労力費 $= \frac{2.4}{20000 \times 0.25} = 0.00048$ 円となる。この値は前記の労働時間から算定した値より大であるから、1kgm の突固メ労力費としては、この値を採用する。

適正な突固メ仕事量と水量との関係における常数 A の値は、粗骨材の最大寸法 30mm, 粗細骨材(重量)比 $= 1.7$ の場合 3.18×10^{19} である。故に、コンクリート 1m^3 当りの適正な突固メ労力費と水量との関係は

$$C_l = W \times \frac{0.00048}{0.0053\text{m}^3} = 3.18 \times 10^{19} \cdot w^{-0.26} \times \frac{0.00048}{0.0053} = 0.288 \times 10^{19} \cdot w^{-0.26} \quad (5)$$

となる。

なお、突固メの代りに振動締固メを行う場合は、電力費、振動機費及びその修繕費、振動機運轉掛員費等を合計して、1秒当りの振動締固メ労力費を算出する必要があり、小型テーブル振動機(振動数 $= 2500$ 毎分、振幅 $= 0.52\text{mm}$) を使用する場合、 0.000066 円となつた。また、この際常数 A の値は 2.61×10^{19} で、 $C_l = 0.0162 \times 10^{19} \cdot w^{-0.26}$ ……(6) となる。衝動締固メを行うときは、フローテーブルの上下動を利用する場合、フローテーブルの修繕費と作業員費を見込むべきで、締固メ仕事量 1kgm 当りの労力費 $= 0.000638$ 円となつた。この際、常数 A の値は 1.22×10^{19} で、 $C_l = 0.136 \times 10^{19} \cdot w^{-0.26}$ ……(7)

(c) 経済的水量の決定 となる。

経済的水量は資材費と労力費の和を最小ならしめることによつて求められる。故に、 $C = C_c + C_{ag} + C_l$ に

において、 $\frac{dC}{dw}=0$ と置くことによつて、これを算定することが出来る。

突固メを行う場合は、(4) 及び (5) 式から

$$C=0.0536w+7.53-0.0118w+0.288 \times 10^{19} \cdot w^{-8.26}$$

$$\frac{dC}{dw}=0.0536-0.0118+(-8.26) \times 0.288 \times 10^{19} \cdot w^{-9.26}=0 \quad \therefore w=174\text{kg となる。}$$

振動締固メを行う場合は、(4) 及び (6) 式から $w=128\text{kg}$ 、衝動締固メの場合は、(4) 及び (7) 式から $w=161\text{kg}$ が得られる。なおこの結果から、経済的水量は振動締固メの場合に最小で、衝動締固メがこれに次ぎ、突固メの場合が最大となること及びなるべく人力によらず、機械力による部分が多い締固メの方法による場合ほど、経済的水量を低減させ得ることが判る。

なお、昭和23年8月頃における単價(表-1参照)に対する経済的水量を決定してみると表-2 の様である。

表 - 2

	経済的水量(コンクリート 1m ³ 當り) (kg)		
	戦前の都市にお ける単價に對し (円)	昭和23年8月頃の單 價に對し 公價(円)	自由價(円)
突固メの場合	174	157	143
振動締固メの 場合	127	115	104
衝動締固メの 場合	161	145	132

表-2 の結果によると、経済的水量は戦前の都市における単價に対するものより、昨年8月頃の公價、自由價に対するものと次第に低減する。戦前都市においては $\left(\frac{\text{セメント費}}{\text{入夫賃}}\right)$ の比率が約 0.625 であるのに対し、昨年の公價では約 1.53、自由價では約 3.33 である。すなわち、最近では入夫賃も高いが、それにも増して資材費が高騰しつつあり、高價な資材を比較的安い締固メ労力費で補うことが明らかに有利で、経済的水量が自から小さくなるのである。現今の狀勢では、経済的水量は次第に低下し、カタ練りコンクリートの用途が益々拡大される向にある。

5. コンクリートの壓縮強サまたは耐久性から要求されるカタ練りコンクリートの最小水量

前項で求めたカタ練りコンクリートの経済的水量が余りに小さいときは、骨材の空隙を填充すべきセメントペーストの不足を來たして、たとえコンクリートに適正な締固メを施しても、所期の壓縮強サまたは耐久性が得られない(こゝに所期の壓縮強サとは、セメント水比とコンクリートの壓縮強サとの關係から定まる程度の大きさの、壓縮強サを指すのである)、すなわち、たとえコンクリートが経済的であつても、斯様な水量

では、使用の目的を達するコンクリートを得ることは困難である。従つて、カタ練りコンクリートにはコンクリートの壓縮強サまたは耐久性から要求される最小水量があるのである。経済的水量がこの最小水量以下である場合は、この最小水量まで増大する必要がある。

コンクリートの壓縮強サまたは耐久性から要求されるコンクリートの最小水量は、これを実験的に決定することが出来る。コンクリートの耐久性を目標として最小水量を求めることは、耐久性を数字的に取扱うことが困難であること、その試験が面倒で、今日のところまだ満足な結果を與える試験方法が決定されて居ないこと、等の理由により困難であるから、これは將來の研究に譲ることとし、こゝでは一應、コンクリートの壓縮強サを目標として最小水量を求めてみた。すなわち、突固メ、振動締固メ及び衝動締固メの種類の締固メ方法のそれぞれの場合において、カタ練りコンクリートを、その水量に應じ、適正な締固メ仕事量と與えて締固メ、材令 28 日における壓縮強サを試験し、その結果から、セメント水比と壓縮強サとの關係を決定し、適正な締固メの結果、前記の理論で示される程度の大きさの壓縮強サを發揮し得るコンクリートの最小水量を求めたのである。

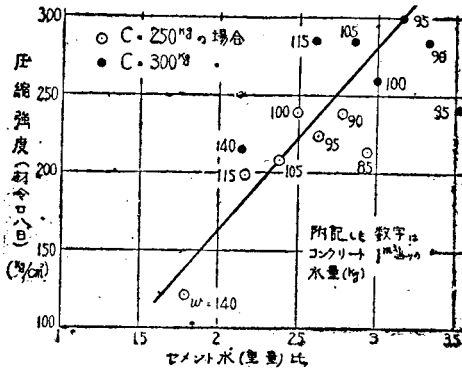
コンクリートの材料としては、最大寸法 30mm の粗骨材を粗細骨材(重量)比=1.7 として使用し、セメント量としては、コンクリート 1m³ 當り 300kg 及び 250kg の2つの場合をとり、水量は最大 150kg から最小 85kg の範囲に変化させた。

締固メの方法としては、突固メの場合は、コンクリートを4層に分けて型に填充し、毎層は重量 2.3kg の突棒を 10cm の高さから落下させて突固めた。この場合の適正な突固メ仕事量と水量との關係は $W=3.18 \times 10^{19} \cdot w^{-8.26}$ で、この式によつて水量に應ずる適正な突固メ仕事量を算定した。振動締固メの場合は、テーブル振動機を用い、衝動締固メにはフローテーブルの上下動を利用した。

試験の結果から、セメント水(重量)比とコンクリートの壓縮強サとの關係を图示すると、圖-4~6 の様である。

圖-4 は突固メを行つた場合である。そしてセメント水比と壓縮強サの間には、ほぼ直線關係が成立つことが認められる。なお、各点にはコンクリート 1m³ 當りの水量を附記した、セメント量 250kg の場合では最小水量 85kg までのコンクリートが、適正な突固メの結果、ほぼ所期の強サを發揮して居る。しかし、85kg ではなくて 90kg の場合より強サが低下する傾向が認められる。セメント量 300kg の場合では最小

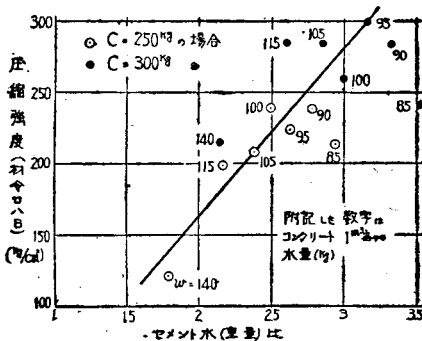
圖-4 突固めた場合
Fig.4 In case tamped



水量 105kg までのコンクリートが所期の強さを發揮して居る。セメント量によつて最小水量が幾分違うのは、セメント量が増大すると、セメントペーストの粘性その他のためにコンクリートの mobility が幾分減ずるためである。以上によつて、この場合のコンクリートの最小水量は大約 100kg と考えられる。

圖-5 は振動締固めを行つた場合である。この場合においてもほぼ直線関係が成立し、セメント量 250 及び 300kg の両場合において、最小水量 90kg までの

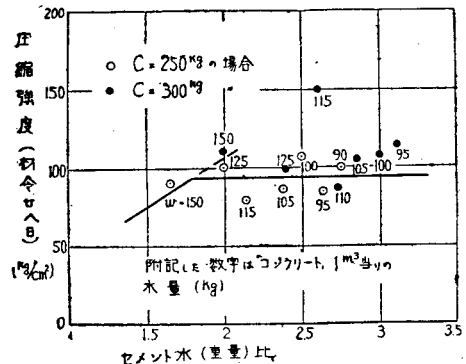
圖-5 振動締固めの場合
Fig.5 In case compacted by vibrator



コンクリートが、ほぼ所期の強さを發揮した。この場合の最小水量は大約 90kg と考えられる。

圖-6 は衝動締固めを行つた場合である。この結果は、前記の突固め及び振動締固めの場合とは大いにその様相を異にする。すなわち、水量 150kg 以下のカタ練りコンクリートの一部においては、セメント水比と圧縮強さとの間に直線関係が成立つ様であるが、水量が更に減じてある値以下になると、リースの理論が成立たなくなり、圧縮強さはセメント水比に関係なくほぼ一定値になることが認められる。そしてその分界点となる水量は大約 120kg と考えられる。水量が 120kg 以下であるとき、適正な締固め仕事量を与えても、圧縮強さがある一定値から増大しない原因は、次の様に考えられる。すなわち、フローテーブルによる上下

圖-6 振動締固めの場合
Fig.6 In case compacted by impact



動は、コンクリートに、たゞ單に、自重による鉛直方向への圧密沈下を起させるのみで、突固めの場合の様に、コンクリートの内部においてコンクリートの交流作用を伴わない。従つて、この締固めによる場合締固めの効果はコンクリートの内部に到達し憎く供試体の上下両面附近だけが著しく有効に締固められ供試体が高サの方向に亘り齊等に締固められない傾向がある。そして水量 120kg 以下のコンクリートになると、締固めの進捗につれ、供試体の上面に極めて緻密でかつ強固なコンクリートの層が出來、この層がコンクリート中の空氣の脱出、セメントペーストの上昇を阻み、供試体内部の締固めの進捗を停止することになるためである。この結果で、フローテーブルの上下動による締固めの欠点も明らかになつたわけであるが、この場合のコンクリートの最小水量は一應 120kg と考えられる。

以上 3 種類の締固めの場合で、コンクリートの最小水量は、振動締固めの場合が最小で (90kg)、突固め (100kg)、衝動締固め (120kg) の順となることが判つた。前項で算定した經濟的水量は、いずれもこの最小水量以上であるから、經濟的水量としては、算定された値をそのまま用いてよい。

6. 結 語

本文で記述した資材費及び締固め労力費の算定は、一例として、その骨子を示したに過ぎない。従つて、實際に當つては、現貨の單價で、さらに詳細にこれを算定すれば、その結果決定される經濟的水量は、さらに實際に近い値となるものと考えられる。

振動締固めの様に、なるべく多く機械力を利用した締固め方法を採用すると、經濟的水量も、コンクリートの圧縮強さから要求される最小水量も小さくなる。従つて、コンクリート工の經濟化をある程度まで徹底させることが出来る。そして、労力に比し資材の高い今日の狀態は、斯様な工法を切に要求しつゝあるものと考えられる。