

第 5 章 新らしいコンクリートの性質

§ 89. ウオーカビリティー (Workability)

新らしいコンクリートは、混合、運搬が比較的容易であり、コンクリートが型枠の隅々や鉄筋のまわりに十分に行き互る様に、打込み、締固め、仕上げることに容易であり、且つ、是等の作業の間に於て、材料が分離したり、水が表面に集まつたりすることがなく、作業が順調に進捗できる様な、軟かさと組成とを有するものでなければならない。

鉄筋コンクリート標準示方書には、

『ウオーカビリティー — コンクリートの流動性に依る、施工容易の程度及び材料の分離に抵抗する程度を決定する、コンクリートの性質を言ふ。』とあり、又、

『第 26 條 ウオーカビリティー

鉄筋コンクリートに使用するコンクリートは、相當の突固め又は振動等に依り、型枠の隅々及び鉄筋の周圍に十分行き互る程度のウオーカビリティーを有するものたるべし。

コンクリートの流動性試験は「コンクリート流動性試験標準方法」に依るべし。』

とある。即ち、コンクリートのウオーカビリティーとは、材料の混合から打ち終りに到る迄の間に於ける、流動性 (§ 90 参照) に依る作業容易の程度と、齊等性のコンクリートが出来る爲に必要な材料の分離に抵抗する程度とを示す、新らしいコンクリートの性質である。

コンクリートが作業に適するウオーカビリティーを有することは、コンクリートが鉄筋の間及び型枠の隅々まで行き互つて、セメント糊が鉄筋を十分包むで鉄筋防錆の目的を達し、型枠を取外した時に平滑なコンクリート表面が得られ、しかもコンクリート全體が齊等質である様な施工が、相當の注意を以てして、容易に且つ安全に行はれ得る爲に、極めて大切である。

コンクリートのウオーカビリティーは、満足に測ることが出来ない多くの性質に因るものであり、實際、是等の性質が何んであるかに就いてすら、まだ、一般に認められて居るところがないが、其の主な性質は、次の如くである。

(a) 剪断抵抗又は流動し始める時の力、(b) 流動が始まった後の流動の速度、(c) 凝集性或は材料の分離に對する抵抗力、(d) 粘着性、之は凝集性と關係あるものであるが、材料が分離する傾向のない場合に於て、いろいろの程度があり、作業容易の程度に影響する。

猶ほ、ウオーカビリティーは比較的のもので、或る工事に對して適當なウオーカビリティーの

コンクリートも、他の工事に對しては、不適當であることがある。例へば、大塊のコンクリート構造物に對して適當なウオーカビリチーの、比較的硬練りコンクリートは、鐵筋が複雑して居る深い型枠内に打込む時に、不適當である様なものである。即ち、適當なウオーカビリチーは、混合、運搬、締固め、等の設備、部材の形状及び大きさ、鐵筋の有無、等によつて異なるものである。

コンクリートのウオーカビリチーを支配する事項は、(1) セメント糊の量と骨材の量との割合、(2) セメント糊の水セメント比、(3) 骨材の粒度、(4) 骨材粒の形状及び表面の粗滑、等である。

(1) 水セメント比が一定なセメント糊を使用するとして、骨材の一定量に對して、セメント糊の量を減すれば、コンクリートは硬練りとなり、セメント糊の量を増加すれば、液體に近くなり、軟練りとなる。セメント糊が骨材の空隙を填充し、骨材をセメント糊中に浮かせるのに十分でない量まで減すると、コンクリートはぼろぼろになり、満足なコンクリート施工が出来なくなる。

(2) 水セメント比の甚だ小さいセメント糊は、それ自身流動性が小さく、骨材を浮かした状態に保つことが出来ないし、又、コンクリートが餘り硬練りになり、打込みが甚だ困難になる。然し、水セメント比が餘り大きくなれば、セメント糊が餘りうすく、水の様になり、附着力によつて、骨材に相互の位置を保たせることが出来ないで、材料の分離を生ずる。

(3) 骨材の粒度は、(a) 骨材粒の表面を覆い、骨材の空隙を充すに必要なセメント糊の量に影響すること、(b) 大小粒の種々の組合せにより、コンクリートの流動に對する抵抗力に影響すること、等により、コンクリートのウオーカビリチーに影響を及ぼすものである。

(4) 粒の形状及び其の表面の粗滑は、必要なセメント糊の量、及び、コンクリートを取扱ふ時に於ける骨材粒間の摩擦力、等に影響し、従つて、コンクリートのウオーカビリチーに影響する。鋭角を有する骨材又は粗面のものは、球形で表面が平滑な骨材よりも、同じウオーカビリチーのコンクリートを造る爲に必要な、セメント糊の量が大きい。

コンクリートのウオーカビリチーを測定するために、色々の方法が考案されて居るが、今日未だ満足な結果を與へるものはない。今日のところ、コンクリートのウオーカビリチーの適否は、熟練家の觀察による判斷が最も正しい。

ウオーカビリチーを判斷する手段の1つとして、コンクリートの流動性を測定すること (§ 91 参照) が、一般に行はれて居る。新しいコンクリートの、種々の特性の秩序的な検査と、流動性試験とによつて、ウオーカビリチーは相當正しく之を判斷することができるものである。

§ 90. 流動性

コンクリートの流動性は、主として、使用水量の多少によるコンクリートの軟かさの程度を示す爲に用ゐられる語である。

コンクリートのウオーカビリチーと流動性とを混同してはならない。流動性は、剪断抵抗及び流動の速度のみに關するもので、同じ流動性のコンクリートでも、ウオーカビリチーは異なることがあるのである。

コンクリートの流動性が大きければ、コンクリート作業は容易であるが、材料分離の傾向も亦一般に大きくなる。而して、材料の分離が起る程度及び状態は、骨材の粒度、配合、水量、打ち方、締固め、コンクリート體の大きさ及び形、等によつて著しく異なるものであるから (§ 97 参照)、作業に適するウオーカビリチーに相當する流動性は、場合場合によつて異なるものである。例へば、コンクリートの締固め丈けについても、振動機を使用する場合に適當な流動性と、使用しない場合に適當な流動性とは、大分異なるのである。振動機を使用する時は、之を使用しない時よりも餘程硬練りのコンクリートを用ゐることが必要であつて、振動機を使用しない時に適當な流動性のコンクリートは、振動機を使用する時、一般に材料の分離を起し、作業に適するウオーカビリチーのコンクリートとならない。

コンクリートの流動性を調節するのに種々の方法があるが、コンクリートの壓縮強度及び其の他の性質が、大體、水セメント比に依つて定まるものと假定すれば、コンクリートの強度其の他に影響なしに流動性を調節するには、セメント糊の使用量を調節する方法、即ち、細又は粗骨材の使用量の増減によるのが便利である。骨材の最大寸法、粒度、等を調節するのも有效な方法である。

§ 91. 流動性の測定

コンクリートの流動性を測定する爲に、最も廣く用ゐられて居る試験は、スランプ試験である。

鐵筋コンクリート標準示方書は、コンクリート流動性試験標準方法として、スランプ試験、フロー試験、及び落下試験の3方法を規定して居る (§ 440 参照)。

是等の試験は、或る特別な力の作用によるコンクリートの流動性を測定するもので、流動性の極く大體を示すに過ぎないが、實用上の目的に對して、流動性の程度を示すに相當役立つものである。

スランプ試験 は、金屬性截頭圓錐形型にコンクリートを詰め、型を除去した時、コンク

リート頂の「下り」を cm で測るものである。スランプ試験の詳細は、§ 441 に述べてある。

此の試験は、同一コンクリートを使用した時、同一の結果を得ると言ふ點については、あまり正確でないが、熟練すれば、コンクリートの流動性を判断する爲のよい指針となるものである。試験が簡単であるために、現場に於て広く用ゐられて居る。

フロー試験 は、平圓板の中央においた金屬製の截頭圓錐形型にコンクリートを詰め、型を除去した後、板に上下運動を與へ、コンクリート底面の「擴がり」徑と、型の底の直徑との比を 100 倍して、フロー何程として示すものである。フロー試験の詳細は、§ 442 に述べてある。

フロー試験は、同一コンクリートにつき、同一の結果を與へる點に於て、スランプ試験よりも優つて居るが、試験装置がスランプ試験の場合ほど簡単でないから、殆ど實驗室に於てのみ使用されて居る。フロー試験の缺點は、コンクリートの流動が無制限であること、粗骨材がモルタルから分離して移動すること、試験の終りに於てコンクリートが齊等でなくなり散亂すること、等である。

落下試験 は、金屬性の圓錐形型にコンクリートを填めた後、型の底を迅速に開き、コンクリートを 20 cm の距離においた平面上に落とし、コンクリートの底の直徑と、型の底の直徑との比を「擴り」何程として示すものである。落下試験の詳細は、§ 443 に述べてある。

落下試験は、著者が考案したもので、試験装置はスランプ試験よりも複雑であるが、スランプ試験よりも良好な結果を與へるものと、著者は信じて居る。

之を要するに、以上に述べた流動性試験の暇ひは、主として、使用水量の變化に關する流動性の變化を知るにあるので、或る工事又は試験に際して、最適のウオーカピリチーを得るために用ゐられる水の適量を示すに役立つものである。ウオーカピリチーが最適であるか否かは、流動性試験だけでは判らないもので、他の試験又は判断によつて決定しなければならぬのである。

§ 92. 流動性によるコンクリートの分類

使用水量の多少によるコンクリートの流動性により、コンクリートを、硬練り、中硬練り、中軟練り、軟練り、どろどろ練りの5種に區別することが出来る。

硬練りコンクリート と言ふのは、スランプが 0 乃至 2.5 cm, フローが 100 乃至 120 位の流動性のコンクリートで、普通の取扱ひをする時、ぼろぼろになり、十分な突固め、加壓、振動、等によつて、強度の大きいコンクリートとなる。然し、締固めが不十分であると、蜂の巣の様なコンクリートが出来、強度も低く、水密性は殆ど望み得ない。鐵筋コンクリ

ト工事の場合、硬練りコンクリートを十分に締固めて、之を鐵筋及び型枠の狭い間隙に行き互らせることは頗る困難であるから、硬練りコンクリートは、鐵筋コンクリートには殆ど使用されない。

中硬練りコンクリート と言ふのは、スランプが 1.5 cm 乃至 6.5 cm, フローが 115 乃至 160 位で、濕つた土ぐらいの流動性のコンクリートである。普通の取扱ひで、ぼろぼろになる程のことはなく、相當に形を保つが、斜樋で卸すとぼろぼろになる。之は、十分な締固めを行ふことが比較的容易であり、大塊のコンクリートを振動機で締固める時に適當なものである。

中軟練りコンクリート と言ふのは、スランプが 5 cm 乃至 14 cm, フローが 150 乃至 200 位で、極く、のろのろ流れる位の水分を含むコンクリートである。之は、ぼろぼろになる程乾いても居らず、又、セメント糊が骨材から分離して流れる程、濡れても居ない。突固めると表面がぶるぶる震へる。完全な締固めをするには、幾分の注意を要するけれども、コンクリート作業は一般に容易である。之は、基礎、擁壁、橋臺、橋脚の様な大塊のコンクリート構造物に広く使用され、鐵筋コンクリート工事でも、断面が大きく、鐵筋の間隔も亦大で、十分な締固めが出来るときに用ゐられる。強度は、完全に締固めた硬練りコンクリートに及ばないけれども、施工が容易で、信頼し得るコンクリートを造ることが出来ると言ふ點が、硬練りコンクリートよりも優つて居る。

軟練りコンクリート と言ふのは、スランプが 12.5 cm 乃至 20 cm, フローが 190 乃至 220 位で、大塊の時は自由に流れる位の水分を含むコンクリートで、強い突固めをすることは不可能である。唯、コンクリート中の空気を追ひ出し、狭ひ場所にコンクリートを行き互らせる爲に、棒で突くか、鋤の類でモルタルが行互る様にする必要があるものである。齊等質の、信頼し得るコンクリートを容易に、安全に、製造し得るから、鐵筋コンクリート構造物の築造には、殆ど常に、軟練りが用ゐられて居る。

どろどろ練りコンクリート と言ふのは、スランプが 17.5 cm 乃至 25 cm, フローが 210 乃至 250 位で、セメント糊又はモルタルがコンクリート中から流れ出て、粗骨材と分離する傾向を有する程度の水分を含むコンクリートである。どろどろ練りのコンクリートの使用は、一般に、之を禁止しなければならない。

上記のスランプ及びフローの關係は、粒度が適當な砂及び砂利を使用し、セメント使用量も普通であるコンクリートに對し、極く大體成立つものである。

各種流動性のコンクリートの打方は、§ 171 乃至 § 173 に述べてある。

§ 93. 使用水量と流動性との關係

セメント及び骨材の混合物に加へる水量を漸次増加して行くと、出来上るコンクリートの状態には、次の様な変化がある。

最初、少量の水を加へた時、混合物の容積が膨み、或る水量に於て膨みが最大になる。更に水を増加すると、膨みが漸次減じ、遂に最大密度のプラスチックなコンクリートとなる。尙ほ一層水を増加すると、コンクリートの容積が再び増加し、流動性が大になり、遂にはセメント糊が非常にうすくなつて、骨材を混吊状態に保つことが出来なくなり、材料の分離が起る。

依つて、コンクリートに使用すべき最小水量は、コンクリート容積の膨みに打勝つに必要である方から定まる。最小使用水量は、締固め方法に非常に大きい関係を有するものである。又、最大の使用水量は、所要の、強度其の他の性質及びウオーカビリチーを有し、材料の分離を生じないコンクリートを造ると言ふ方から定まる。而して、是等の最大、最小の使用水量は、材料の性質及び其の配合、出来上つたコンクリートに要求されるコンクリートの強度、耐久性其の他のによつて異なるものである。

上記の使用水量の範囲は、コンクリートの流動性が多少の水量の増減によつて変化し得る範囲内に限るもので、若し此の範囲内に於て、適当なウオーカビリチーを得ることが出来ない時は、コンクリートの配合又は材料を変更しなければならない。

使用水量と流動性との間には、次の関係があることが、実験及び経験によつて證明されて居る。

- 9) 細粗骨材及び其の配合が一定であるコンクリート 1 m^3 に使用する水量が同じであれば、其のコンクリートの流動性は、セメントの使用量に關せず、殆ど一定である。

此の関係は、實際にコンクリート 1 m^3 に使用されて居るセメント量の變化の全範囲には適合しないが、コンクリート配合の修正を行ふ時などに於ては、甚だ便利なるものである。

§ 94. 配合及び水量と流動性との關係

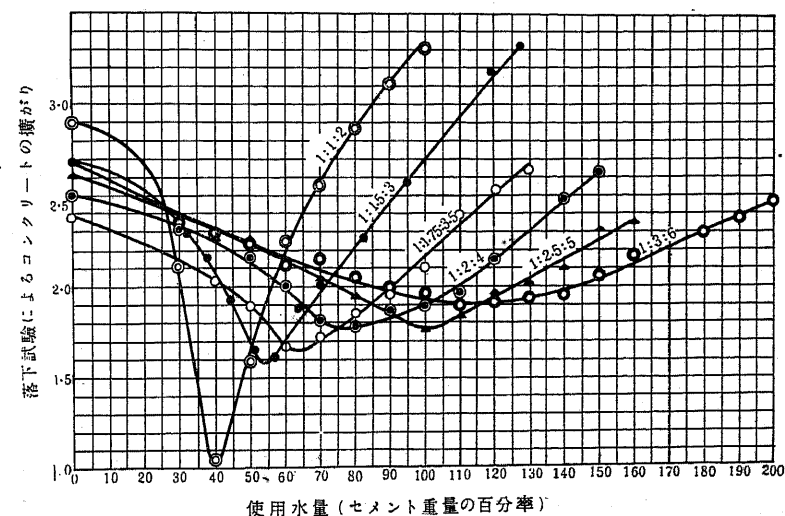
配合容積比が $1:1:2$, $1:1\frac{1}{2}:3$, $1:1\frac{3}{4}:3\frac{1}{2}$, $1:2\frac{1}{2}:5$ 及び $1:3:6$, 水セメント重量比が 0 乃至 200% であるコンクリートの流動性を、落下試験によつて測定した結果は、第 42 圖の如くである(九州帝國大學工學彙報第一卷第四號参照)。

乾燥状態(使用水量が零なもの)の混合物は、甚だ移動し易い状態にあつて、流動性が大きい。水を加へるとコンクリートに粘性を生ずるから、流動性が減じ、或る水量で其の最小値に達する。更に水量が増加すれば、流動性が殆ど直線的に増加することは第 42 圖の如くである。之はモルタルに於ても同様である。而して、此の最小流動性のコンクリートは、普

通、鐵筋コンクリート工事に於ける様な突固めの程度に對しては、略ぼ其の配合に對する最大密度、最大強度のコンクリートである。

又、圖によつて見ると、水量の増加によつて流動性を増大させることの出来るのは、或る

第 42 圖 落下試験によるコンクリートの流動性



配合に對して、流動性の最小値となる使用水量よりも大きい水量を使用する場合であることが判かる。依つて、例へば、コンクリート道路工事に於ける様に、比較的富配合のコンクリートを用ゐて十分な締固めをなし、最小流動性を與へる水量よりも小さい水量を使用する場合に於ては、水量の少しの増加は流動性を増大せずして反つて之を減少せしめる傾向にあるものである。鐵筋コンクリート工事に於ける様に、コンクリートが鐵筋及び型枠の隅々によく行き互り、セメント糊が鐵筋の表面を包んで完全な附着と防錆とをなし得る様な施工が、安全に且つ容易に行はれることが必要な場合には、コンクリートは相當な流動性を有するものでなければならないから、最小流動性のものよりも大きい使用水量のコンクリートの中で、適当なウオーカビリチーを有するコンクリートを選ばなければならない。斯の如きコンクリートに於ては、突固めの影響は一般に小であつて、或る場合には突固め作業が殆ど不可能である。落下試験によれば、鐵筋コンクリート工事に普通使用して安全なコンクリートの擴りは、普通の配合の範囲に於て、平均 1.8 位である。

次に、配合と流動性との關係を見るに、一定の骨材に對して、セメントの使用量が大きい程、流動性の最小値が小さいことが圖に示されて居る。之はセメント量が大きい程、セメント糊の粘性の影響を受けることが大きいことに因るのである。又、セメント量の大きいものは流動性、水量の増加による流動性の變化が急激であつて、使用セメント量の小さいものは流動性

の變化が前者に比して甚だ小さい。即ち、富配合のコンクリートに於ては、水量の増加による強度の減少を大ならしめずして、流動性を増大し得るものである。故に、鉄筋コンクリートの場合には、收縮應力の關係を無視すれば、強度の上からしても、又、強度の大きいコンクリートが容易に且つ安全に製造され得る點からしても、配合が富なコンクリートを用ゐて、構造物の寸法を小さくするのが、一般に經濟的である。之は、セメントに較べて骨材が高價である場合、殊にそうである。收縮應力をなるべく小さくする爲には、貧配合のコンクリートを用ゐるのが有利であるけれども、十分な養生を行へば收縮應力を大いに減じ得るのであるから、以上の點は、コンクリートの配合決定に當り特に注意を要することである。

貧配合のコンクリートでは、水量が最小流動性を與へるものよりも小さい時、セメント糊の量が不足で、之が骨材の間に十分行き互りて其の粘性の影響をあらはすことが出来ないし、水量が最小流動性を與へるよりも大きい時には、セメント糊と骨材とが分離する傾向を生じ、水量が一層増加すれば砂利に水を加へた様な状態になり、水量の増加は流動性に大きな影響がなく、強度を著しく減ずる結果となるものである。

又、一定の流動性に對して、配合が富である程、水量が少くてよい。従つて強度の高いコンクリートが得られることも明白である。

故に、使用し得べきコンクリート材料を以て、各種の配合及び水量のコンクリートに就いて試験した流動性の値を、第42圖の様に示して置けば、コンクリートの配合を設計する時に便利である。

落下試験の結果によると、粗骨材の最大寸法及び粒度は、細粗骨材が約最大密度を與へる様に配合されて居る時には、流動性に大きな影響を及ぼさない。粗骨材の粒大が約一様である時には、使用水量が最小流動性を與へるものよりも小さければ、粒の小さい程流動性が大きく、使用水量が大きければ反對の結果になる。

著者の實驗の結果によると、ミキサを用ゐる場合の混合時間は、普通に行はれて居る時間の範圍に於ては、流動性に關係がない。長時間混合すれば、コンクリートの齊等性と壓縮強度とは一般に増加するけれども、粘性も増加するから、流動性は必ず増加するとは限らない。

§ 95. 各種の構造物に對するコンクリートの流動性及び骨材の最大寸法

適當な、コンクリートの流動性及び骨材の最大寸法は、構造物の種類、使用する材料、部材の大きさ、コンクリートの所要の性質、鉄筋の配置、コンクリートの運搬及び打込みの方法、等、各工事に於ける事情によつて異なるものである。

激しい氣象作用を受ける構造物に於ては、水が侵入する豆板其の他の缺點のないコンクリートを造るに適當な流動性及び骨材の最大寸法を用ゐることが、特に大切である。

第18表は、各種の構造物に對して適當な、スランプ及び粗骨材の最大寸法の標準を示す。

第18表 各種構造物に對して適當な、スランプ及び粗骨材の最大寸法

構造物の部分	スランプ		粗骨材の最大寸法 cm
	最大 cm	最小 cm	
鉄筋コンクリート基礎、壁及び礎段	12.5	5	4
無筋コンクリート礎段、潜函及び地下壁	10	2.5	5
鉄筋コンクリート版、梁及び壁	15	7.5	2.5
舗装	7.5	5	5
大塊構造物	7.5	2.5	7.5—15 (a)

(a) スランプ試験に際し、4 cm 以上の大きさの粗骨材は、總て之を篩ひ去る。

第18表のスランプは、コンクリートの締固めに振動機を使用しない時の値である。振動機を使用する時は、第18表に示したスランプの値を修正しなければならない。振動機を適當に使用する時は、使用しない時よりも、一般に、スランプの小さいコンクリートを用ゐるのが適當である。

普通の壁、梁及び版に對しては、内部振動機 (§ 166 参照) を使用する時、スランプを 13 cm 以下とする。但し、内部振動機を使用しないか、又は、断面が非常に薄いか、又は、鉄筋が狭い間隔に配置されて居るか、等の場合には、スランプを 15 cm まで許してよい。

大塊コンクリートのスランプは、普通 6.5 cm に制限される。

第20表にも、第18表と同様な關係が示してある。

§ 96. レイタンス (Laitance)

モルタル又はコンクリートを施工した際、水分の上昇に伴ひ、其の表面に浮び出て沈澱した微細な物質から成る表皮を、レイタンスと言ふ。

レイタンスは、コンクリート材料の分離によつて出来るもので、セメント、砂の極微粒及び泥などの混合物である。其の化學成分は、普通、セメントとほぼ同じである。使用水量の大きいコンクリート程、材料の分離が起り易いから、多量のレイタンスを生ずる。桶卸して運搬したコンクリートで、柱、大塊のコンクリート、等を造つた時などには、其の上面に數 cm のレイタンスの出来ることは珍らしくない。

レイタンスは、セメント中で甚だ大切であるセメントの極微粒から出来るものであるか

ら、レイトンスが出来れば、夫れ丈のセメントの損失を來たし、従つてコンクリートの強度を減ずる。又、レイトンスとなるセメントの微粒は、水に浮んで居る間に凝結してしまふので、水が吸収され又は蒸發した後、表面で固まつても、出來たレイトンスは、強度も水の侵入に對する抵抗力も弱いものである。厚いレイトンスを取去らずに其の上にコンクリート打ちをした爲に、構造物が破壊した例は尠くない。

レイトンスの發生を成るべく尠くするには、事情の許す限り使用水量を減ずること、清淨な骨材及び水を用ゐること、に注意しなければならない。實際上多少のレイトンスの出來ることは已むを得ない場合が多いのであるが、出來たレイトンスは必ず除去することに努めなければならない。レイトンスの除去其他については、§ 183 に述べてある。

§ 97. 新しいコンクリートに於ける材料の分離

(1) 概説 耐久的なコンクリートを造るための主要条件の1つは、ミキサから吐出されたコンクリートが、材料の分離を生ずることなく、容易に、取扱ひ、打込み、締固め、得るものであることである。新しいコンクリートは、材料の分離を生じ易いもので、コンクリートに於ける蜂の巣、豆板、弱い粗鬆な層、打継目に於ける附着力の不足、表面の小孔、龜裂、剝脱、砂の線、等は、見えると見えないとに拘らず、直接間接に材料の分離に關係するものである。

新しいコンクリートに於ける材料の分離は、コンクリートの運搬中並びに打込み中にも起り、又、コンクリート打ちを終つた後にも起る。

(2) 材料の分離を生ずる理由 新しいコンクリートに於ける材料が分離する根本の理由は、コンクリートが、粒の大きさ、比重、等に於て大分異つて居る材料の集合であるからである。其の結果、コンクリートがミキサから吐出されるとすぐ、各材料を分離せしめむとする内力及び外力を受ける。

斜樋卸してコンクリートを卸すとか、同じ場所にコンクリートを落して横方向に流す様な横方向の運動をさせるとかすれば、粗骨材とモルタルとが分離する傾向があり、型枠内に於ける様に、コンクリートが縦横兩方向に於て制限されて居る時は、粗で重い粒子が沈下し、微細で軽い物質が、殊に水が、上昇する傾向がある。是等の材料の移動は、コンクリートが或る程度凝結する迄、繼續するものである。

(3) 豆板を生ずる様な材料の分離 骨材の使用量及び最大寸法が大きい程、新しいコンクリートに於ける材料分離の傾向が大きくなり、又、材料分離に抵抗する能力も減ずる。之が、最大寸法が 15 cm と言ふ様な大きい粗骨材を使用する貧配合のコンクリートは、大

塊の無筋コンクリート構造物のみで使用され、鐵筋コンクリートに於ては、セメントの使用量を大きくし、粗骨材の最大寸法を小さくしなければならない理由の1つである。

豆板の出来るのは、粗骨材とモルタルとが分離するからであつて、過多の水量を使用したリ、運搬及び打込みの際に、鉛直にコンクリートを落下する方法が適當でないか、又は、横方向の移動を許すか、等の爲に生ずることが多い。堰板の内面や、埋込まれる鐵筋なども、材料の分離を助ける傾向にある。

粗骨材とモルタルとが分離して豆板が出来れば、空隙のためにコンクリートの性質が悪くなるのみならず、同一断面内のコンクリートに於けるセメント量が異つて來るので、容積變化、外觀其の他にも悪い結果を與へることになる。

(4) コンクリートの打込み中に起る材料の分離 普通に鐵筋コンクリート工事に使用される様な流動性のコンクリートに於ては、打込みの方法が悪いと、甚しい材料の分離を生ずる。此の分離は、使用水量の大きいコンクリート程大きいことは勿論であるが、材料分離の状態は、コンクリート體の高さ、横寸法、打込み速度、及び締固めの方法、等によつても、著しく異なるものである。

コンクリート體の大きさ、形及びコンクリート打ち作業が、セメント糊又はモルタルの上昇を容易ならしめるものであれば、コンクリート體の上部に於てセメント量が多くなる。従つて、上部に於けるコンクリートの強度は、下部に於けるよりも大きくなることもある。軟練りのコンクリートを用ゐて、普通の方法で、コンクリート版や、小さい梁を造る時には、セメント糊が上昇して、コンクリートの上部に於てセメントが富になり、上部のコンクリートの引張強度は、底部よりも大きい。之に反して、コンクリート體の大きさ、形及びコンクリート打ち作業が、水を分離せしめる様なものであれば、上部に於てコンクリートに含まれる水量が多くなり、甚だしい時は、コンクリートの上部に多量のレイトンスを生ずる。従つて、上部のコンクリートの強度は、下部よりも著しく小さい。即ち、中軟練り位のコンクリートを 10 cm 位の層にして、ゆつくり打込み、締固めて行けば、底部に於けるコンクリートは、上部のコンクリートの壓力のために密度が大きくなり、水が上昇し、上部のコンクリートの水量が多くなる。依つて、上部のコンクリートの強度は、底部よりも大分小さくなる。

コンクリートの打込み及び締固めに際して起るコンクリート材料の分離を小ならしめる方法に就いては、第8章に述べてある。

コンクリート上面の過度の、均し作業又は鏝かけ、及び、是等を行ふ時期が適當でないこと、等が、屢々、有害な材料分離の原因となる。之は、コンクリートの配合が適當でないか、又は水量が過多である場合に、殊に甚だしい。

凡て、過度の作業によつて過分の水又は微粒物質をコンクリートから分離させれば、コンクリート上面に弱い表層が出来、之は乾燥する時、大いに収縮するから、龜裂を生じたり、剝脱したりする。

(5) **コンクリートの沈下による材料の分離** 新らしいコンクリートに於ける材料の分離は、コンクリート打ちを終つた後にも起る。コンクリートの運搬及び打込み作業に注意すれば、コンクリートの打込みを終る迄の間に於ける材料の分離は、或る程度迄之を防ぐことが出来るが、打込みを終つてから、コンクリートが相當落着く迄の間に於ける水の分離は、非常に水セメント比の小さい硬練りコンクリートの場合を除き、普通に鐵筋コンクリート工事に使用されるコンクリートに於ては、之を尠くすることに就いて、非常な注意を要するものである。

コンクリート打ちを終つた後に起る材料の分離は、コンクリートが落着く時に、水が上昇する傾向によるものである。之を**水の上昇**と云ふ。堰板を除去した時、コンクリート壁の表面に砂の線が表はれることのあるのは、水が堰板に沿つて上昇した證據である。

水の上昇は、コンクリート打ちを終つた後、約15分間で其の大部分を終り、約2時間で其の全部を終る。

水が上昇するのは、セメント及び骨材に於ける表面積が水量に對して不足で、水を表面張力によつて粒子の表面に保つことが出来ない爲めである。

水の上昇の結果、コンクリートの上部に於て水分が大になれば、コンクリートが粗鬆になり、強度も低くなる。斯の如き表面は、凍結作用や水の侵入によつて容易に分壊する。猶ほ、上昇する水は、セメント其の他の微粒子を表面に運び、コンクリート表面にレイタンスを生ずる。

コンクリート表面に少し位の水が出て來たり、砂の線が出来たりする位のことは、たいした問題ではないが、水の上昇の非常に悪い影響は、粗骨材の下面や水平な鐵筋の下側に、水膜を生ずることである。水に比較して、比重の大きいセメントや骨材が沈下して、水を上方及び外方に追ひ出せば、水の通路や、大きい毛細管が出来。而して、骨材の粒子や、鐵筋が水の上昇を妨げるから、水は是等の下部に止められて水膜を生ずるのである。それで、コンクリートの破壊面を見ると、例外なく、コンクリートを打つた時に上部にあつた方の破壊面に粗骨材の面が現はれ、此の粗骨材が附着して居つた面は、レイタンスの附着した比較的粗鬆のコンクリートである。骨材の下面に水膜が出来れば、骨材粒とセメント糊との附着力が減ずるから、コンクリートの強度が減じ、鐵筋の下側に水膜が出来れば、鐵筋とコンクリートとの附着強度が減ずる。猶ほ、壓力のある水がコンクリートに接觸する時、水が骨材及

び鐵筋の下側の空際に沿つて流れることは容易な譯であるから、水の上昇のために、コンクリートの水密性も減ずることになる。

水の上昇の程度は、セメントの種類及び粉末度にも關係するが、水の上昇を大ならしめる主な原因は、細骨材の粒度が適當でないこと、粗骨材の最大寸法が過小であること、使用水量が過多であること、等である。

細骨材が適當な量の微粒を含有すれば、之を含有しないものよりも、水の上昇が尠い。水の上昇を減ずるために、細骨材の粒度を適當にすることが出来ない時には、微粒よりなる混和材(第3章第6節参照)を使用するのも1方法である。

粗骨材の最大寸法が過小であれば、コンクリートの單位容積に於ける骨材の容積が減じ、モルタルが粗骨材の上に沈下し、セメント糊がモルタルの上に集まり、水がセメント糊の上に出る機会が多くなる。換言すれば、粗骨材の最大寸法が過小であれば、過度の作業により、モルタルの分離、水の上昇及びレイタンスの發生の機会が多い。

使用水量を尠くすれば、水の上昇を減ずることは明白である。

猶ほ、セメント使用量の増加、及び粉末度の高いセメントの使用は、水の上昇を減ずる傾向がある。

依つて、水の上昇を尠くするには、(a) 清淨で、適當な粒度の骨材を使用すること、(b) 粉末度の高いセメントを使用すること、(c) 適當な配合を用ゐ、十分混合した後に中硬練りのコンクリートを得るに十分な丈けの水量を使用すること、(d) 十分な締固めによつて、空氣を追出すこと、等が大切である。斯の如きコンクリートに於ては、材料の分離や水の上昇が極めて尠く、相當の高さのコンクリートを打つても、多量のレイタンスを生ずる様なことはない。但し、底部から上部に行くに従つて、水セメント比の増加はなほ起るものである。それは、中硬練り程度のコンクリートでは、まだ、餘分の水を含むため、水の一部の上昇は、避け難いからである。

(6) **ウオーカビリティー及び流動性と材料分離との關係** ウオーカビリティーを適當にすれば、材料の分離や、豆板の出来る傾向を減ずる。コンクリートを打込む前に、材料が分離した荒々しいコンクリートは、豆板の出来る傾向が大きいから、餘分な締固めを必要とし、水の上昇を大ならしめる傾向がある。

經驗によると、工事の或る状況に對して、材料の分離を小ならしめる最適のスランプがある。之以下のスランプでは、豆板の出来る惧れが大になり、之以上のスランプでは、材料の分離が起り、コンクリートが層になつたり、水が上昇したりする傾向が大きい。

(7) **結言** 新らしいコンクリートに於ける材料の分離に影響する事項は、コンクリート

材料の選擇から、最後の仕上作業までに關するもので、材料の分離を完全に防ぐことは殆ど不可能であり、又、材料の分離を最小ならしめる簡単な方法手段を述べることも困難である。本書のコンクリート施工に關する事項は、凡て、材料の分離を少くするために勵行すべき事項を含むで居る。