

コンクリート施工のポイント②

コンクリート施工の基本～打込み・締固めのポイント

広島工業大学 教授
工学博士 十河茂幸

前号では生コンを発注するポイントを概説した。今号は、生コンの荷卸し後の打込み、締固めの要点について概説する。

1 はじめに

コンクリートを型枠内に投入する行為を「打込み」、打込みの時に巻き込んだ気泡などを除去し、密実にする行為を「締固め」という。いずれもコンクリート施工の基本を大切にしなければ不具合が生じる可能性が高くなる。「打込み」は、固練りのコンクリートを突き棒などで叩き込む時代の言葉をそのまま使用している。近年のように、ポンプを用いて圧送されるコンクリートの場合は、流し込むという方がピンとくる。「締固め」についても、流動させながら流し込んだコンクリートに振動機を掛ける行為を締固めと呼ぶには違和感を覚える。振動機は、振動を利用して締固めをする道具であるが、締固めというより、内部に巻き込まれた気泡を除去して、密度を高める行為と解釈した方が適切である。

このような専門用語は、変更をすると仕様書などへの影響が大きく、なかなか変更できないのが実状であり、ここでも従来の用語を用いて打込みと締固めの要点を概説する。

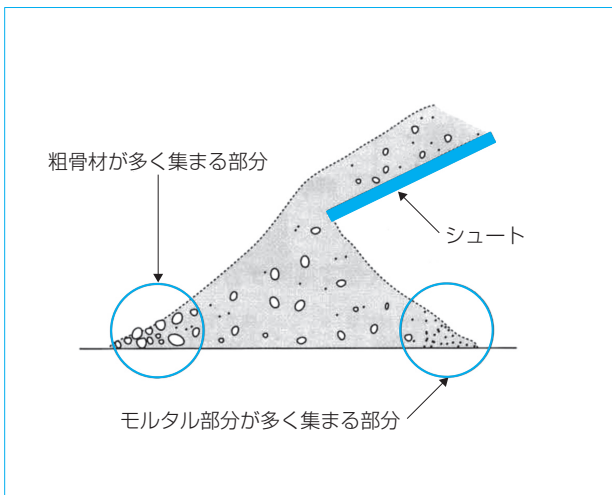
2 打込みの基本は材料分離を生じさせないこと

打込みは、均質に製造され、現場まで運搬された生コンを、均質なまま型枠の中に投入する行為である。したがって、その扱いでは、材料分離を生じさせないことがポイントとなる。ここで、材料分

離とは、コンクリートの構成材料のうち、大きな粒子の粗骨材が離れて一か所に集まるような状態をイメージするとわかりやすい。大小の入り混じった骨材を傾斜面で転がすと、大きな粒子は慣性力が大きく遠くに転がり、小さな粒子は慣性力が小さいので、斜面の端部近くに集まる。これがコンクリートにした場合にも同じように生じ、長い斜面（斜めシュート）では、材料分離して粗骨材が遠くに、モルタル部分はシュートの端部直下近くに集まる。コンクリートの打込みでは斜めシュートをできるだけ用いないように規定されているのは材料分離を生じやすいからである。図1はコンクリートの材料分離の概念を示したものである。

材料分離には粗骨材の分離とは異なる原因によるものがある。それは、ブリーディング現象により、練混ぜに用いられた水が分離するものである。ブリーディングは、コンクリートを打ち込んだ後に生じる材料分離現象である。つまり、コンクリートは密度の異なる材料で構成されているため、密度の小さい水は、打込み後に浮上しようとする。コンクリートの粘性が高いと、水は分離しにくく、粘性が低いと分離しやすい。たとえば、水セメント比が小さいと粘性が高くなるからブリーディングは生じ難く、水セメント比が大きいと生じやすいことになる。水セメント比が小さい（単位セメント量が小さい）コンクリートでは、ブリーディング水の分離に注意が必要である。ブ

図1 コンクリートの材料分離の概念

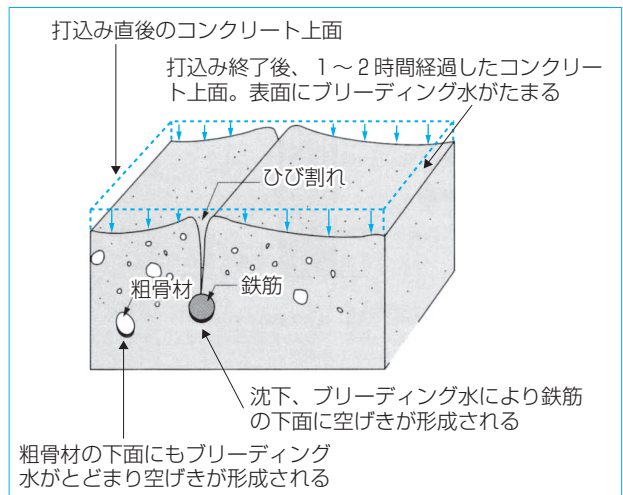


リーディング水が多いと、上昇するブリーディング水が鉄筋やセパレータ、粗骨材の下面などに残り、緻密な組織を造りにくくしているため、耐久性にも影響を与える(図2)。ブリーディング水が多いと、沈下ひび割れを生じやすくなるが、打込み後に生じるため、材料の選定や配合設計での対応が必要で、計画段階が重要となる。沈下ひび割れが生じた場合は、タッピングで対応できるが、内部まで修復できないことに注意が必要である。

3 締固めの基本は気泡の除去の目安

コンクリートを密実にするには、固練りのコンクリートを突き棒でたたき込むとよいが、時間が

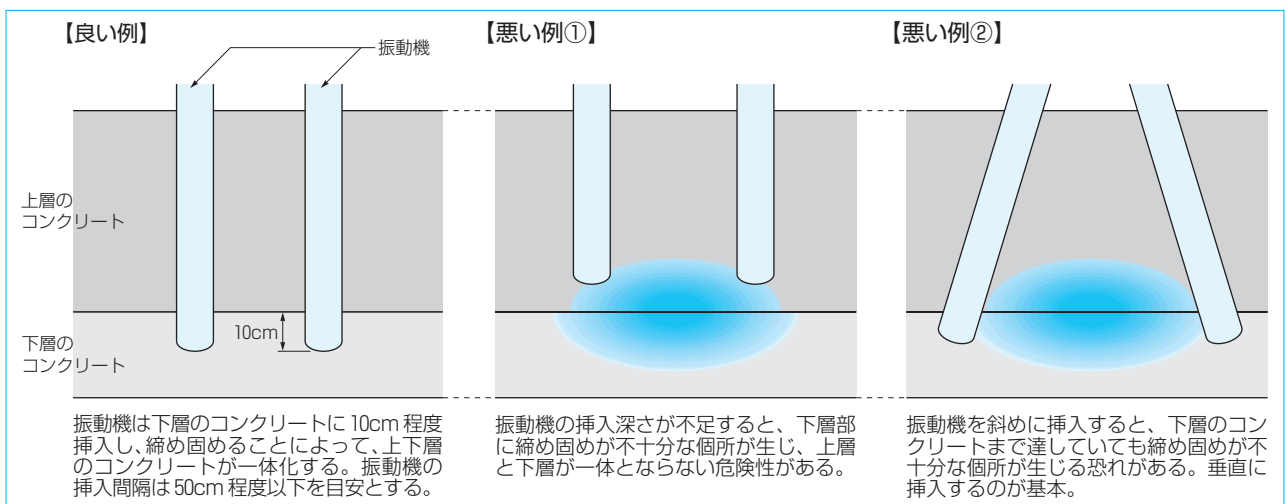
図2 ブリーディングと沈下ひび割れの発生概念



掛かるし、重労働となる。近年は高周波バイブレータ(内部振動機)が使用されるのが一般的であり、これにより苦渋作業が軽減できる。しかし、どの程度振動機を作用させればよいかはわかりにくく、「表面があだびかりする程度まで」とか、「5~15秒間程度」と定量的に示される場合もあるが、感覚的、経験的な対応をとる場合が多い。締固めの目的はコンクリートを密実にすることであり、流動性の高いコンクリートの施工が一般的な現状では、それほど長くする必要はなく、余分な気泡が除去されるのを確認するまでと考えるとよい。なお、振動機の作用時間は、掛け足りないより掛け過ぎの方がまだよい。

図3に振動機を使用する場合の基本を概念的に

図3 振動締固めの要領



振動機は下層のコンクリートに10cm程度挿入し、締め固めることによって、上下層のコンクリートが一体化する。振動機の挿入間隔は50cm程度以下を目安とする。

振動機の挿入深さが不足すると、下層部に締め固めが不十分な箇所が生じ、上層と下層が一体とならない危険性がある。

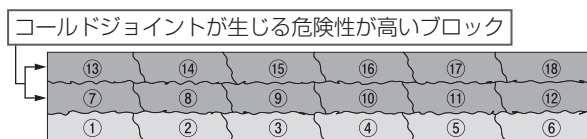
振動機を斜めに挿入すると、下層のコンクリートまで達していても締め固めが不十分な箇所が生じる恐れがある。垂直に挿入するのが基本。

図4 打ち回し計画で生じるコールドジョイントのリスク

図は計18ブロックを3層に分けて打ち重ねる際の断面図。いずれのパターンも丸数字の順に、20分ごとに打設していく。

【パターンⅠ】

例えば⑦ブロックは、①ブロックの打設から120分後に打設する。同様に、⑦～⑱ブロックすべてで打重ねの間隔が120分になり、コールドジョイントが発生する危険性が高まる。



【パターンⅡ】

上のパターンに比べて配管の筒先を移動する回数は少し増えるが、打重ねの間隔が120分になるブロックの数が減り、コールドジョイントの発生危険性が減少する。



【パターンⅢ】

筒先を移動する回数はさらに増えるが、打重ねの間隔が最大でも100分となり、コールドジョイントが生じる確率がかなり小さくなる。



示す。図に示すように、振動機を用いる場合は、振動の伝播が周囲に及ぶのが30cm程度であるので、50cmごとに内部振動機を鉛直に差し込み、ゆっくりと引き抜くことを基本とする。鉛直に差し込むのは、確実に全体を締め固めるためであり、斜めに差し込んで締め固め忘れがなければよい。ゆっくり引き抜くのは、振動機の差し込んだ穴を残さないためであり、締め固めの目的を理解しておけば自然に行う行為となる。

4 打ち回し計画でコールドジョイントのリスクを低減

コンクリートを流動させるときに材料分離が生じるため、一層の高さは50cm程度とすることが望ましい。これ以上高くすると振動機を作用させたときに流動することでモルタルが水平に流動（移動）し、粗骨材は流動せずに沈降し、材料分離が生じる。そのため、高さのある部材では数層に分割して打ち込むことになる。この場合、前の層と後の層の接触面は打重ね面と呼ぶが、打重ねに時間を要すると、コールドジョイントが生じる可能性が高くなる。継続的な打込みが必要であるが、広範囲な打込みでは打重ねに時間を要する場合がある。打ち回しの計画で、打重ね時間をできるだけ短くすることが大切である。図4は、打ち回し計画により、打重ね時間間隔の長い個所ができることから、コールドジョイントのリスクが異なることを比較して示している。トラブルが生じても余裕がある方が望ましいし、どの辺りがコールドジョイントになる確率が高いかを事前に把握できる。施工計画では生コンの供給状況や現場の受け入れ状況を十分に把握しておく必要がある。

5 おわりに

今号は、コンクリートの打込みと締め固めの要領を概説した。基本を守ることも重要であるが、現場の状況に応じて臨機応変に対応することも重要である。計画通りにことが運ばないことも多いので、施工管理者は、基本を理解したうえで、思わぬ事態に遭遇しても対応できるような心構えをしておくべきである。

【参考文献】

十河茂幸、信田佳延、栗田守朗、宇治公隆『現場で役立つコンクリート名人養成講座改訂版』日経BP社、2008年10月