

コンクリートのはなし ⑤

水分と温度の制御が養生のポイント

(株)大林組技術研究所 副所長
十河 茂幸

コンクリートは、打ち込んだ直後から成長を始めます。コンクリートの成長は、セメントの水和反応で成されるもので、水分と温度が重要な要件となります。水分の補給は水和反応に効果的ですが、製造時に計量した水の量だけでも十分であり、乾燥しないような配慮が必要です。薄い部材の場合は水分供給も効果的ですが、厚い部材では外部からの水分供給は内部まで届かず、吸水より乾燥防止を念頭に置くべきです。また、温度は水和反応を促進するために必要ですが、急ぎすぎて高温にすると長期的には組織が緻密になり難しくなります。

■十分な水分が組織を緻密化

コンクリートの強度発現には、水分の供給が欠かせません。それは、水和反応が水の存在によって水和組織を緻密化するためです。しかし、断面の厚さが大きい土木構造物では、外部から水分を供給しても内部まで浸透することは困難です。むしろ湿潤養生は乾燥を防止することが目的と考えるべきです。水和反応にとって、水分の供給は十分過ぎるということはありませんが、乾燥することによる影響の方が問題です。できるだけ長い期間の湿潤養生が必要とされるのは、湿潤養生を終了した段階から表面乾燥が始まり、耐久性に必要な表面部分が乾燥の影響を受けるからです。湿潤養生は施工時に許される範囲で長くしたいもの

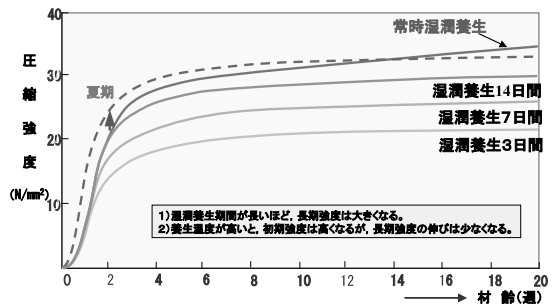


図1 湿潤養生とコンクリートの強度発現

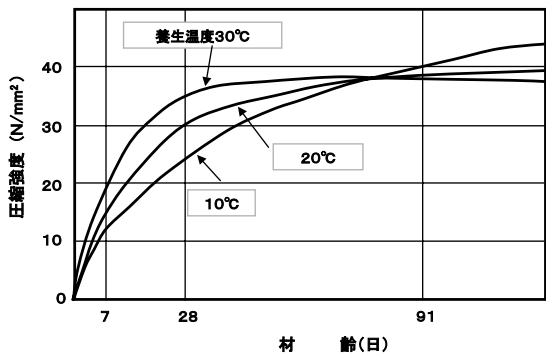


図2 環境温度に依存するコンクリートの強度発現です(図1)。

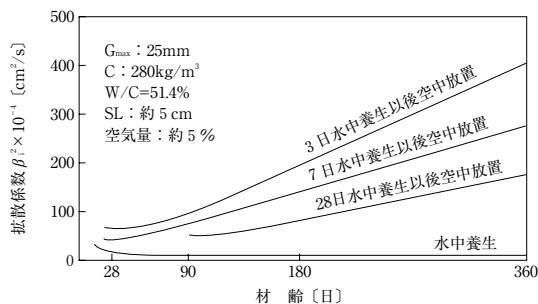
■温度に依存する反応速度

水和反応は温度に依存します。したがって、夏季は強度発現が早く、冬季は強度の発現が遅れます。図2は、環境温度と強度発現の関係を傾向的に示したのですが、初期強度の発現に温度の影響は大きく左右しますが、逆に長期強度は、低い温度で養生したコンクリートの方が大きくなり、ついには逆転します。早期に組織形成をする

と長期的には緻密な組織になり難いと考えられます。時間があれば、じっくりと反応させる方が緻密な組織が形成され、耐久性にも優れます。施工現場では、養生期間を十分に取ることができない場合もあり、このような場合は、養生温度を高くして早期に強度発現をさせ、湿潤養生の期間を短くすることもあります。その場合は、その後の強度や耐久性が十分には期待できないと考えておかなければなりません。

■湿潤養生期間に左右される水密性

養生の期間は強度発現だけでなく、耐久性にも影響します。コンクリートの耐久性は、コンクリートの組織の緻密さに支配され、劣化因子である塩化物イオン、酸素や水の浸透が、内部の鋼材の腐食を早めたり、組織の溶脱（組織が溶け出す現象）を引き起こします。したがって、組織が緻密であることが耐久性に優れていることになり、そのために養生期間が長い方がよいこととなります。図3は、湿潤養生期間と水密性（拡散係数で示され、小さい方が緻密）の関係を示したものであり、強度だけが目標



(出典：村田二郎，コンクリートの水密性の研究，コンクリートライブラリー第7号，土木学会，1963)

図3 湿潤養生期間とコンクリートの水密性

表1 激しい気象作用を受けるコンクリートの養生終了時の所要圧縮強度 (N/mm²) の標準

断面・構造物の露出状態	薄い部材	普通の部材	厚い部材
(1)連続して、あるいはしばしば水で飽和される場合	15	12	10
(2)普通の露出状態にあり、(1)に属さない場合	5	5	5

指標ではありません。施工計画を立案する上で、できるだけ長期間の湿潤養生を心がけることが施工者に求められます。

■外力に抵抗するための必要な養生期間

養生の第三の目的は、外力からの保護です。型枠の面では、脱枠後に受ける施工時の外力に抵抗する強度に達するまで型枠を存置し、型枠のない面では養生マットなどを用いて養生中であることを示し、施工段階で荷重をかけないように注意します。施工中の荷重だけでなく、施工時に作用する外力からの保護にも配慮が必要です。例えば、初期凍害を受けにくくなるのは、コンクリートが5 N/mm²に達した段階とされ、土木学会コンクリート標準示方書では、激しい気象作用を受ける場合の養生終了時の所要強度の標準を表1のように示しています。この場合、強度の確認のためには、「現場コンクリート強度（構造物のコンクリートの強度）」の推定も必要です。強度を目安とする場合と養生期間を目安とする方法がありますが、いずれにしても施工時の状況が許されるならば、長い期間の養生を計画するべきです。水分は「十分」に、温度は「適温」で計画しましょう。

【参考文献】

- 1) 全国土木施工管理技士会連合会編：良いコンクリートを打つための要点、平成17年
- 2) 土木学会編：コンクリート標準示方書（平成8年制定版）[施工編]、平成8年3月