

8章 養生

8.1 総則

コンクリートは、打込み後の一定期間、硬化に必要な温度および湿潤状態に保ち、有害な作用影響を受けない方法を定め、コンクリートが所要の品質を確保できるように養生しなければならない。

【解説】 コンクリートが、所要の強度、耐久性、ひび割れ抵抗性、水密性、鋼材を保護する性能、美観等を確保するためには、セメントの水和反応を十分に進行させる必要がある。したがって、打込み後の一定期間は、コンクリートを適当な温度のもとで、**十分な湿潤養生**に保ち、かつ有害な作用の影響を受けないようにすることが必要である。そのための作業をコンクリート養生という。

養生は、その目的に応じて、「湿潤状態に保つこと」、「温度を制御すること」および「有害な作用に対して保護すること」の3項目に分類される。それぞれの具体的な養生方法をまとめたものが、解説表8.1.1である。養生の方法によって相互に関連し、複数の目的のために行われることが多い。また、耐久性を左右するコンクリート表層の品質やひび割れ抵抗性は養生の影響を受けやすいため、最近では給水養生や水分の逸散を抑制する養生等の新たな手法が開発され、実際の構造物に適用された事例がある。

養生の具体的な方法や期間は、それぞれの該当する条項に従い、構造物条件(構造形式、部材の種類、形状寸法等)、コンクリート条件(要求される品質・性能・使用材料、配合)および施工環境条件(環境温度、湿度等)を考慮し、個々の工事における条件に応じて適切に定めることが重要である。このため、施工者は養生に関する十分な知識および経験を有する技術者を配置して事前に発注者と協議し、構造物の重要度、施工の効率性や経済性等を考慮して、養生方法を決定することが望ましい。

寒中コンクリート、暑中コンクリートおよびマスコンクリートの養生方法については、それぞれ、「12章 寒中コンクリート」、「13章 暑中コンクリート」および「14章 マスコンクリート」を、蒸気を用いて促進養生を行う場合には、〔施工編:特殊コンクリート〕(11章 工場製品)を参考にするとよい。

解説表 8.1.1 養生の基本

目的	対象	対策	具体的な手段
湿潤状態に保つ	コンクリート全般	給水	湛水, 散水, 湿布, 養生マット等
		水分逸散抑制	せき板存置, シート・フィルム被覆, 膜養生剤等
温度を抑制する	暑中コンクリート	昇温抑制	散水, 日覆い等
	寒中コンクリート	給熱	保温マット, ジェットヒータ等
		保温	断熱性の高いせき板, 断熱材等
	マスコンクリート	冷却	パイプクーリング等
		保温	断熱性の高いせき板, 断熱材等
工場製品	給熱	蒸気, オートクレーブ等	
有害な作用に対して保護する	コンクリート全般	防護	防護シート, せき板存置等
	海洋コンクリート	遮断	せき板存置等

8.2 湿潤養生

- (1) コンクリートは、打込み後、硬化を始めるまで、日光の直射、風等による水分の逸散を防がなければならない。
- (2) コンクリートの露出面は、表面を荒らさないで作業ができる程度に硬化した後に湿潤養生を行わなければならない。
- (3) 打込み後のコンクリートは、一定期間は十分な湿潤状態に保たなければならない。
- (4) 養生方法の選定にあたっては、その効果を確認し、適切に湿潤養生期間を定めなければならない。ただし、通常のコンクリート工事におけるコンクリートの湿潤養生期間は、表 8.2.1 を標準とする。

表 8.2.1 湿潤養生期間の標準

日平均気温	普通ポルトランドセメント	混合セメントB種	早強ポルトランドセメント
15℃以上	5日	7日	3日
10℃以上	7日	9日	4日
5℃以上	9日	12日	5日

【解説】 (1) について コンクリートの打込み後は、セメントの水和反応が阻害されないように表面からの乾燥を防止する必要がある。また、特に直射日光や風等によって表面だけが急激に乾燥すると、ひび割れ発生の原因となる。このため、コンクリートの打上がり面には、シート等で日よけや風よけを設けることが望ましい。このように、コンクリートの養生は、硬化後のみならず、打込みや仕上げの作業段階と平行して進める必要がある。

(2) について コンクリートの露出面は、まだ固まらないうちに散水やシート被覆等を行うと、コンクリート表面近くの品質や仕上がりを低下させる可能性があるため、コンクリート表面を荒らさないで作業ができる程度に硬化した後に湿潤養生を開始する必要がある。

(3) について 打込み後のコンクリートの力学的性能、耐久性、およびその他の性能等の品質を確保するためには、一定期間はコンクリートを十分な湿潤状態に保つ必要がある。本来、セメントの水和反応にとって十分な水が供給されることが理想的な条件であるため、コンクリートの露出面は出来るだけ給水養生を行うことが望ましい。特に、コンクリートの打上がり面は、給水養生が比較的容易であるため、湛水、散水、あるいは十分に水を含んだ湿布や養生マット等により給水養生を行うことを基本とする。

一方、コンクリートのせき板に接する面を若材齢から給水養生するためには、早期にせき板を取り外す必要がある。しかし、「11章 型枠および支保工」の解説 11.8.1 に示すように、特にスラブやはりの底面のせき板は十分なコンクリート強度が得られるまで取り外しが困難である。また若材齢にせき板を取り外した場合、給水養生の準備中に、せき板を取り外したコンクリート面の急激な乾燥や温度低下を招く恐れがある。したがって、コンクリートの強度がある程度発現し、かつ温度が低下するまではせき板を存置し、その後、せき板を取り外して給水養生することが望ましい。なお、一般に、通常のコンクリートは水和反

応に必要な水量よりも多くの余剰な水を含んでいるため、透水性がない、もしくは透水性が極めて低いせき板を存置してコンクリート表面を覆い、かつ、コンクリートの打上がり面(露出面)に対して十分な給水養生を施しながら、側面あるいは底面のせき板を存置すれば、一般には給水養生に近い湿潤状態を保つことが期待できる。

膜養生剤の散布あるいは塗布によって、コンクリートの露出面の乾燥を抑制することができる。しかし、膜養生剤の種類や使用量、施工環境、施工方法等の相違により、乾燥の抑制効果が異なる。このため、目的および要求性能に応じた膜養生剤を選定し、所要の性能が確保できる使用量や施工方法等を信頼できる資料あるいは試験によって事前に確認しておく。

(4) について 養生方法によってその効果は異なるので、計画する養生方法ごとにその効果を確認して適切な湿潤養生期間を定める必要がある。しかし、すべてのコンクリート工事において個々に湿潤養生期間を試験等により確認するのは難しいため、この示方書では、通常のコンクリート工事におけるコンクリートの湿潤養生期間の標準を表 8.2.1 に示している。表中の数値は、十分な給水養生を行った場合を対象とし、コンクリートの強度や初期凍害に及ぼす養生条件の影響を検討した実験の結果等を参考に設定された湿潤養生期間の標準である。ただし、コンクリートの品質の向上が期待できる場合には、施工の効率性や経済性等に悪影響を及ぼさない範囲でなるべく湿潤養生期間を長くすることが望ましい。給水養生を長期間持続することが難しい場合には、解説 8.1.1 に示すせき板の存置やシートの被覆等、水分の逸散を抑制する養生を組み合わせるのも一つの方法である。

選定した養生方法が給水養生と同等の養生効果が期待できない場合や、表 8.2.1 に示されていないセメントを使用する場合には、信頼できる資料や試験により湿潤養生期間を適切に決定する必要がある。また、「11 章 型枠および支保工」の解説 表 11.8.1 に示した型枠および支保工の取外しに必要な圧縮強度が早期に得られた場合であっても、表 8.2.1 に示した養生期間は必要である。なお、湿潤養生期間は、日平均気温ではなく、コンクリートの強度や初期凍害等との関係を積算温度等で整理して定めてもよい。

供用期間中、海水、強いアルカリ性や酸性あるいは硫酸塩を高濃度に含んだ土または水等の浸食作用を受ける場合には、耐久性を確保するために普通の場合よりも湿潤養生期間を延ばすことが望ましい。なお、海水の作用を受ける場合については、〔施工編：特殊コンクリート〕(7 章 海洋コンクリート)による。

8.3 温度制御養生

(1) コンクリートは、十分に硬化が進むまで、硬化に必要な温度条件に保ち、低温、高温、急激な温度変化等による有害な影響を受けないように、**必要に応じて養生時の温度を制御しなければならない。**

(2) コンクリートの種類、構造物の形状寸法、施工方法および環境条件をもとに、**温度制御方法、養生期間およびその管理方法を定めなければならない。**

【解説】 (1) および (2) についてセメントの水和反応は、養生時のコンクリート温度によって著しい影響を受ける。コンクリート温度は、練混ぜ時から外気温の影響を受け、特にコンクリートの表面や壁、スラブ等の薄い部材では外気温の影響を受けやすい。一般に、養生温度や材齢が圧縮強度に及ぼす影響は、水和反応の温度依存性に基づいて**積算温度の概念で表すことができ**、養生温度が低い場合は、必要な圧縮強度を得るための期間は長く、逆に養生期間が高い場合は短くなる(「12 章 寒中コンクリート」を参照)。

ただし、セメントの種類によっても養生温度は異なり、フライアッシュセメントや高炉セメント等の混合セメントを使用する場合、特に低温のときには、普通ポルトランドセメントに比べて養生期間を長くすることが必要である。また高炉スラグ微粉末やフライアッシュの水和反応は温度依存性が高く、部材寸法、型枠の断熱性等によって部材内の温度履歴や強度発現性が大きく異なる場合があるので注意を要する。なお、現場のコンクリートとできるだけ同じ状態で養生した供試体を用いて強度を確認すると、想定した養生期間が適切であるか判断しやすい。

外気温が著しく低い場合には、セメントの水和反応が阻害され、強度発現が遅れたり、初期凍害を受けたりするおそれがあるので、必要な温度条件を保つために給熱または保温による温度制御をある期間以上行う必要がある。日平均気温が4℃以下になる場合には、寒中コンクリートとして扱う必要がある（「12章 寒中コンクリート」を参照）。

外気温が著しく高い場合、コンクリート温度は、製造および運搬時のみならず、打込み後も高くなる可能性がある。また、コンクリート表面も乾燥しやすく、ひび割れが生じる可能性も高くなる。日平均気温が25℃を超える場合には、温度応力によるひび割れが発生するおそれがあるので、表面保温やパイプクーリング等によりコンクリートの温度や温度差を制御する必要がある。また、外気温が高い場合には、セメントの水和反応が促進される影響も加わることを考慮する必要がある。また、（「14章 マスコンクリート」を参照）。

促進養生には、常圧蒸気養生、オートクレーブ養生、給熱養生等がある。常圧蒸気養生およびオートクレーブ養生は、一般に工場製品で用いられているので、〔施工編：特殊コンクリート〕（11章 工場製品）による。促進養生においては、養生終了後の温度降下を徐々に行わないと、ひび割れの発生原因になるので注意する必要がある。

なお、〔設計編：標準〕6編（温度ひび割れに対する照査）解説表3.2.1には、養生方法および型枠の種類ごとに温度解析に用いる熱伝達率の参考値を示しているため、養生方法を定める際に参考にするとうい。

8.4 有害な作用に対する保護

コンクリートは、養生期間中に予想される振動、衝撃、荷重、海水等の有害な作用から保護しなければならない。

【解説】 まだ十分に硬化していないコンクリートは、衝撃や過大な荷重、振動等によって、ひび割れ等の損傷を受けやすいのでその上に材料等を置いたり、重荷重を落下させたりしないようにすることが必要である。有害な作用には、このほかにも打込み作業中の降雨、養生水の水質、給熱養生用ヒーターの過熱、海水等が挙げられる。若材齢のコンクリートの性質をよく理解した上で、これらの有害な作用が生じないようにするか、もしそれが避けられないとすれば、コンクリートがその影響を受けないように保護する必要がある。なお、海水に対するコンクリートの保護については、〔施工編：特殊コンクリート〕（7章 海洋コンクリート）による。