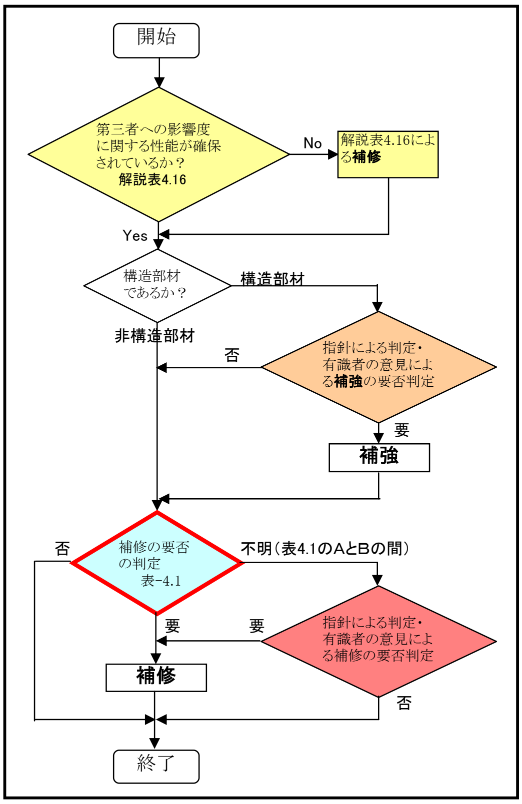
ひび割れの補修・補強の考え方 【コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針−2003−(社)日本コンクリート工学協会より抜粋　以下「指針」とする】

「考査項目別運用表」－「3. 出来形及び出来ばえ」－「Ⅱ. 品質」における「クラック」に関する評価対象項目について、下記のとおり運用する。

①クラックがある場合でも、下表のフローにより「補修・補強を要しない」と判定された場合は、クラックに関する評価対象項目による評価は行わない。(その他の通常の品質に関する評価対象項目による。)
②e評価となる「特に影響が重大な場合」とは、下記の解説表−4.16にある「速やかな補修要」、「応急措置を速やかに行う」に該当する場合、または構造部材において補強の必要があると判定された場合とする。

ひび割れの補修・補強については、下記のフローを参考とする。

用語の定義
（1）補修：ひび割れの発生によって損なわれたコンクリート構造物の耐久性、防水性など、耐力以外の性能を回復させせることを目的とする行為。
（2）補強：ひび割れの発生によって生じたコンクリート構造物の耐力低下を回復させせることを目的とする行為。



解説表−4.16 第三者への影響度に関する性能からみた補修の要否の判定の目安(指針p.75)

速やかな補修要	応急措置を速やかに行う。その後、補修を検討	応急措置は不要。当面は観測を強化
コンクリート片の落下に結びつくひび割れ、角落、はく離、はく落、抜け落ちなどがあり、人や器物に影響を及ぼす恐れがある。	左記の徴候が見られ、コンクリート片の落下に結びつく可能性がある。	ひび割れが観察され、それが進行するおそれがある。

指針では、「4．3　技術者の高度な判断に基づく判定」で構造安全性能から補強の適否を判定することとなっているが、ひび割れのパターン、現状等から構造物固有の判定を必要とするため、標準的な考え方は示さない。
(参考)
なお、「指針4．3　技術者の高度な判断に基づく判定」の補強の検討の概要は下記のとおり。(指針p. 75(2))
・構造耐力に基づいた補強の要否の判定における留意点
（ⅰ）ひび割れのメカニズム
ひび割れのパターンから曲げひび割れ、せん断ひび割れ等に類別し構造計算等を行う。
（ⅱ）部材耐力あるいは残存耐力の推定
鉄筋負担応力の推定・部材耐力の算定による安全性・使用性の照査を行う。
（ⅲ）荷重・外力の変化の予測

表−4.1 耐久性または防水性からみた補修の要否に関するひび割れ幅の限度(指針p.61)

区分	その他の要因[1)] ＼ 環境[2)]	耐久性(主として鋼材のさびの発生条件)からみた場合 きびしい	中間	ゆるやか	防水性からみた場合 ―
(A) 補修を必要とするひび割れ幅(mm)	大	0.4以上	0.4以上	0.6以上	0.2以上
	中	0.4以上	0.6以上	0.8以上	0.2以上
	小	0.6以上	0.8以上	1.0以上	0.2以上
このA-B間が補修要否不明の部分					
(B) 補修を必要としないひび割れ幅(mm)	大	0.1以下	0.2以下	0.2以上	0.05以下
	中	0.1以下	0.2以下	0.3以下	0.05以下
	小	0.2以下	0.3以下	0.3以下	0.05以下

1)その他の要因(大・中・小)とは、コンクリート構造物の耐水性および防水性に及ぼす有害の程度を示し、下記の要因を総合して定める。(指針p.61,71)

大 ←→ 小

①ひび割れの深さ　（貫通　、中間　、表面）
②鉄筋のかぶり　(4cm以下、4～7cm,7～10cm)
③保護層　（無し　有り）
④材料配(調)合的要因(アル骨等があれば大)
⑤打継ぎかどうか　（打継ぎは大）

2)環境条件は以下による。(指針p.70,71)

環境	条件	土木学会区分	条件(示方書:構造性能照査編p.99)
きびしい	激しい雨にさらされたり乾湿繰り返しを受けたりする場合。湿っていてかつ凍結する場合。激しい露や腐食性のガスにさらされる場合。海水または荒野の水にさらされるか摩滅する状況にある場合。	特に厳しい腐食性環境	1. 鋼材の腐食に著しく有害な影響を与える場合等。 2. 海洋コンクリート構造物で干潮帯や飛沫帯にある場合および激しい潮風を受ける場合等。
		腐食性環境	1. 一般の環境に比較し、乾湿の繰り返しが多い場合および欲に有害な物質を含む地下水位以下の土中の場合など鋼材の腐食に有害な影響を与える場合等。 2. 海洋コンクリート構造物で、海水中や特に厳しくない海洋環境下にある場合等。
中間	気象条件の中庸な地方に建つ通常の構造物。激しい雨にさらされず、水に浸されている場合は氷結しないなどの状態、例えば地中コンクリートおよび連続的に水中にあるコンクリート。	一般の環境	塩化物イオンが飛来しない通常の屋外の場合、土中の場合等
ゆるやか	コンクリートの打込みおよび初期養生中の短期間だけ普通の気象状況にさらされる以外は外気や激しい腐食環境から完全にしゃ断されている場合。	(屋内等)土木学会では未定義	

3)許容ひび割れ幅(B)については、2002年制定　コンクリート標準示方書【構造性能照査編】p.97にかぶりCの関数として示されているが、指針ではこれらを照査した上で、安全側の数値をとっているため、指針によることとした。

指針では、ひび割れの種類、現状、調査内容等、構造物固有の判定を必要とするため、標準的な考え方は示さない。
(参考)
なお、「指針4．3　技術者の高度な判断に基づく判定」の高度な判断(補修)の概要は下記のとおり。
(指針p.71,72)
（1）耐久性及び防水性に基づいた判定
（ひび割れ現状、経過、鉄筋さび調査、塩害・アル骨調査から、鉄筋の腐食の進行性や　ひび割れ放置による構造物の耐久性・安全性で判定)
（2）<補強に関する記述のため略>
（3）第三者への影響度に関する性能の観点からの補修の要否(上記解説表4.16)
（4）気密性の観点から補修の要否の判定
（5）美観の観点による判定

コンクリートの養生期間（2002年制定 コンクリート標準示方書[施工編]～土木学会より引用）

「考査項目別運用表」ー「３．出来形及び出来ばえ」ー「Ⅱ．品質」ー「コンクリート構造物、砂防構造物工事、地すべり防止工事、コンクリート橋工事」の評価対象項目で、型枠・支保工取り外し時の適正なコンクリート強度管理」、「養生方法」に関しては、下記の養生期間を参考とされたい。

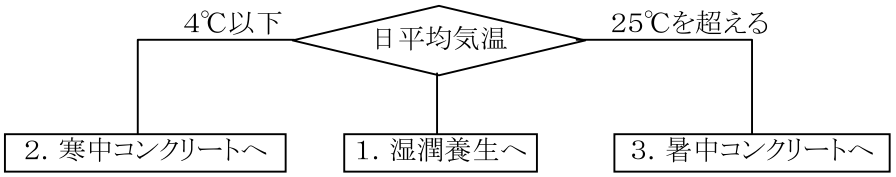
ここでは、コンクリート標準示方書[施工編]－10章 施工 のうち、「養生（特に期間）」に係るもののみを抜粋しています。示方書では、この他現場内での運搬・打込み等の留意点も挙げられているので注意して下さい。

養生とは

打ち終わったコンクリートが、その水和反応により十分に強度を発現し、所要の耐久性、水密制、鋼材を保護する性能等の品質を確保し、有害なひび割れを生じないようにするために、打込み後一定期間は、コンクリートを適当な温度のもとで、十分な湿潤状態に保ち、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り、そのための作業をコンクリートの養生という。

【 2002年制定　コンクリート標準示方書[施工編] p.122 】

養生フロー



1．湿潤養生（p.123 10.4.2）

（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）表面を荒らさないで作業ができる程度に硬化したら、コンクリートの露出面は養生用マット、布等をぬらしたもので、これを覆うかまたは散水、湛水を行い、湿潤状態に保たなければならない。湿潤状態に保つ期間は、表10.4.1を標準よする。

表 10.4.1 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

（3）せき板が乾燥するおそれのあるときは、これに散水し湿潤状態にしなければならない。

（4）膜養生を行う場合には、十分な量の膜養生剤を適切な時期に、均一に散布しなければならない。膜養生剤は、その効果、施工性について十分な試験によって品質の確認されたものでなければならない。

２. 寒中コンクリートー養生（p.150 10.9.3）

（1） 養生方法および養生期間は、「1. 湿潤養生（示方書10.4.2）」によるほか外気温、配合、構造物の種類および大きさ等を考慮して定めなければならない。

（2） コンクリートは、打込み後の初期に凍結しないように十分に保護し、特に風を防がなければならない。なお、施工にあたっては、コンクリート温度および雰囲気温度を測定し、必要により、施工計画を変更するものとする。

（3）激しい気象作用を受けるコンクリートは、表10.9.1の圧縮強度が得られるまではコンクリートの温度を5℃以上に保ち、さらに2日間は0℃以上に保つことを標準とする。

表 10.9.1 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の標準(N/mm2)

構造物の露出状態＼断面	薄い場合	普通の場合	厚い場合
（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

（4） コンクリートに給熱する場合、コンクリートが急激に乾燥したり、局部的に熱せられたりしないようにしなければならない。

（5） コンクリートは、施工中の予想される荷重に対して十分な強度が得られるまで養生しなければならない。

（6）保温養生または給熱養生を終わった後は、コンクリートの温度を急激に低下させてはならない。

【（3）の解説から抜粋 p.152】

表10．9．1 の強度を得るために必要な養生日数は、セメントの種類、配合、養生温度等によって異なるので試験により定めるのが原則であるが、5℃および10℃で養生する場合の大体の目安を**解説表 10.9.1** に示す。なお、湿潤状態に保つ養生日数は **1. 湿潤養生(示方書10.4.2)**に示す期間も満足する必要がある。

強度発現を促進させることを目的に、普通ポルトランドセメントに硬化促進剤を混合して使用することも行われているが、その使用にあたっては、事前に試験練りを行うか、実績を調査し、強度発現特性や鋼材発錆への影響などを確認しておくのがよい。

解説 表10.9.1 所要の圧縮強度を得る養生日数の目安

構造物の露出状態	養生温度	断面：普通の場合（薄い場合、厚い場合は別途考慮）		
		普通ポルトランド	早強ポルトランド	混合セメントB種
（1）連続して、あるいはしばしば水で飽和される場合	5℃	9日	5日	12日
	10℃	7日	4日	9日
（2）普通の露出状態にあり（1）に属さない場合	5℃	4日	3日	5日
	10℃	3日	2日	4日

３．暑中コンクリートー養生（p.155 10.10.4）

コンクリートの打込みを終了したときには、速やかに養生を開始し、コンクリートの表面を乾燥から保護しなければならない。また、特に気温が高く湿度が低い場合には、打込み直後の急激な乾燥によってひび割れが生じることがあるので、直射日光、風等を防ぐために必要な処置を施さなければならない。

【解説】

暑中に打込まれたコンクリートの表面は、直射日光や風にさらされると急激に乾燥してひび割れを生じやすい。このため打込みを終了したコンクリートは、露出面が乾燥しないように速やかに養生することが大切である。湿潤状態に保つ養生日数は、**表 10.4.1** に示す期間を満足することとする。また、木製型枠等のようにせき板沿いに乾燥が生じるおそれのある場合には、型枠も湿潤状態に保つ必要がある。さらに型枠を取外した後も養生期間中は露出面を湿潤状態に保つ必要がある。

表 10.4.1（1．湿潤養生と同じ）

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

特に気温が高く、また、湿度が低い場合には、表面が急激に乾燥しひび割れが生じやすいので、このような場合には散水または覆い等による適切な処置を行い、表面の乾燥を抑えることが大切である。広い面積のスラブ等の場合で、散水または覆い等による養生が困難な場合には膜養生を行うことがある。膜養生については、「1．湿潤養生（示方書10.4.2）」によるものとする。また、膜養生剤は日光の直射による熱吸収ができる限り少ないものを用いるのがよい。

コンクリートの打込み後、硬化が進んでいない時点で、急激な乾燥によるひび割れの発生が認められた場合には、ただちに再振動締固めやタンピングを行い、これを除去する必要がある。