

高炉セメントコンクリートの特性と施工に関する留意点

平成19年 3月
技術管理グループ

1 高炉セメントコンクリートの特性

高炉セメントを使用したコンクリートは、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートに比べ次のような長所と短所がある。

[長 所]

塩化物遮蔽性や化学抵抗性が大きいいため、塩害やアルカリ骨材反応等の化学的な耐久性に優れている。

水和速度が遅く、コンクリートの温度上昇が小さいため、ひび割れが生じにくい。

長期強度の増進が大きいいため、コンクリート構造物の耐久性に優れている。

スラグの特性により、硬化したコンクリートが緻密になるため、水密性が大きい。

[短 所]

初期強度が小さいため、早期に強度を必要とする構造物(桁、床版、建築躯体等)には適さない。

水和速度が遅いため、低温の影響を受けやすい。

中性化速度が大きいため、かぶりの小さい構造物(桁、床版、建築躯体等)には適さない。

普通セメント及び高炉セメントB種を使用したコンクリートの標準養生を行った場合のコンクリートの材齢と圧縮強度の関係を図1に示す。

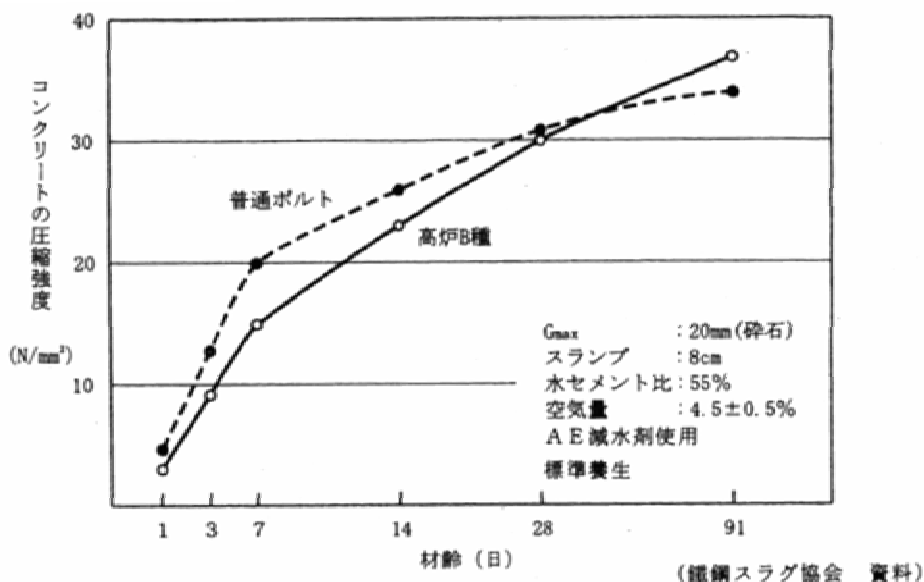


図 1. コンクリートの材齢と圧縮強度の関係の一例

高炉セメントB種を使用したコンクリートの養生温度がことなる場合のコンクリートの材齢と圧縮強度の関係を図2に示す。

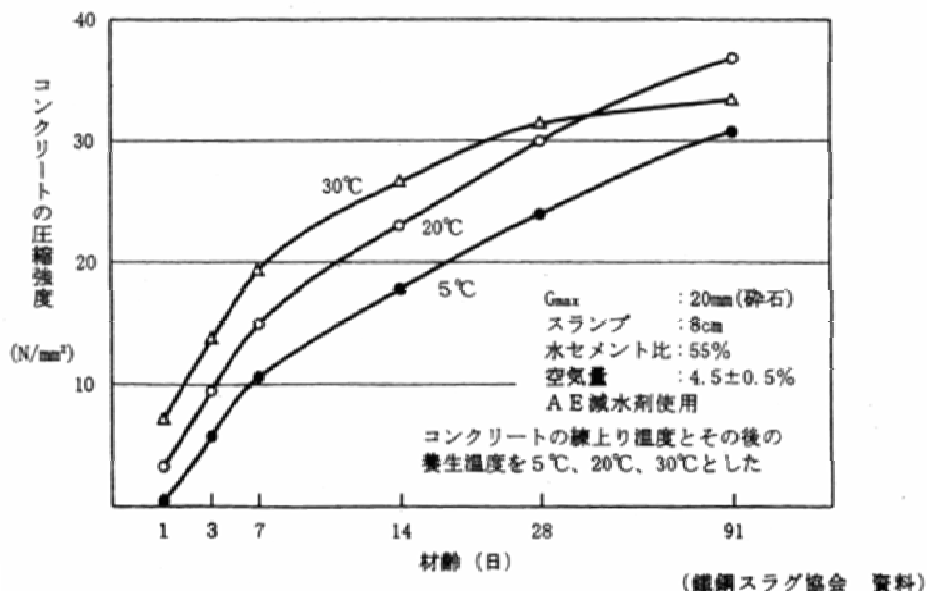


図 2. 高炉セメントコンクリートの養生温度と圧縮強度の関係の一例

2 高炉セメントコンクリートを使用することの意義

高炉セメントを使用することは、次の様な重要な意義を持っている。

省資源・省エネルギー

- ・普通ポルトランドセメントは主原料が石灰石であるが、高炉セメントは溶鉱炉で銑鉄を生産する際に発生する高炉スラグの混合量の分だけ普通ポルトランドセメントの使用量が少なく、天然資源である石灰石を40%節約できる。
- ・高炉スラグは焼成の必要が無いため、普通ポルトランドセメントに比べセメント製造に係るエネルギーの消費量が少ない。

副産物の有効利用

- ・鉄鋼業の副産物である高炉スラグがセメント産業で有効に利用される。

地球温暖化ガス二酸化炭素発生量の低減

- ・高炉セメントの製造に当たり発生する二酸化炭素は普通ポルトランドセメント製造と比較すると約45%程度低減される。

グリーン購入法における指定品目の調達

- ・高炉スラグ関連製品を使用することでグリーン購入法における指定品目の調達が推進される。

コンクリート構造物の耐久性向上

- ・普通ポルトランドセメントに比べ、長期強度の発現やひび割れの抑制、化学的な耐久性に優れていることから、耐久性のある構造物ができる。

3 高炉セメントコンクリート施工に関する留意点

(1) 高炉セメントコンクリートの養生

高炉セメントは、普通ポルトランドセメントに比べ水和速度が遅く強度発現が遅れるため、コンクリートの養生期間を長くするとともに養生を入念に行う必要がある。

コンクリートの打ち込み後、硬化をはじめまで、日光の直射や風等による水分の逸散を防がなければならない。

コンクリートの打ち込み後の早い時期に表面が乾燥して内部の水分が失われると、セメントの水和反応が十分に行われず、ひび割れ発生の原因となる。

コンクリートの表面を荒さないで作業ができる程度に硬化したら、一定期間、硬化に必要な温度及び湿度を保ち、コンクリートが振動・衝撃・荷重などの有害な作用を受けないように、保護しなければならない。

養生は、コンクリートの露出面を養生用マット、濡らした布、むしろ等で覆うか、または散水、湛水を行い、所定の期間、常に湿潤状態を保たなければならない。

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。

透水性の小さいせき板で保護されている間は、湿潤養生状態と考えて良い。

型枠を取り外すと一般的に湿潤養生の確保に手間がかかることから、養生期間内は型枠の取り外しを遅くするのが良い。

表 - 1 コンクリートの(湿潤)養生期間[福島県土木工事共通仕様書より]

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

寒中コンクリート施工については、(3)寒中コンクリート施工を参照のこと。

(2) 高炉セメントコンクリートの型枠の取り外し

コンクリートの型枠及び支保工は、コンクリートがその自重及び施工期間中に加わる荷重を受けるのに必要な強度(表 - 2の強度の参考値を参照)に達するまで、これはずしてはならない。高炉セメントコンクリートは普通ポルトランドセメントに比べて、早期の強度発現が1～3日程度遅れることを理解しておく必要がある。

表 - 2 型枠及び支保工の取り外しに必要なコンクリートの圧縮強度の参考値
[土木学会コンクリート標準示方書より]

部材の種類	例	コンクリートの圧縮強度 (N/mm ²)
厚い部材の鉛直に近い面、傾いた上面、 小さいアーチの外面	フーチングの側面	3.5
厚い部材の鉛直に近い面、45°より急 な傾きの下面、小さいアーチの内面	柱、壁、はりの側面	5.0
スラブ及びはり、45°より緩い傾きの下 面	スラブ、はりの底面 アーチの内面	14.0

コンクリートの型枠及び支保工の取り外しに際しては、コンクリートに損傷を与えないようにできるだけ静かに取り外さなければならない。

型枠を取り外すとコンクリート表面から水分が蒸発するので、型枠取り外し後は表 - 1に示す材齢まで湿潤養生を行わなければならない。

(3) 寒中コンクリートの施工について

福島県土木工事共通仕様書により、「寒中コンクリート施工となる冬期間については高炉セメントコンクリートに代わり普通ポルトランドセメントコンクリートの使用を承諾することができる」とするが、寒中コンクリート施工となる場合には次の点に留意する必要がある。

寒中コンクリート施工となる冬期間とは、11月1日から翌年の3月31日までである。

1) コンクリートの打込み

コンクリートの現場内での運搬、打込みはコンクリートの温度が下がらないように行わなければならない。また、コンクリートの練混ぜ開始から打込みまでの時間をできるだけ短くし、コンクリートの温度低下を防ぐものとする。

打込み途中における作業の中断が生じないよう、配慮が必要である。

打込み時のコンクリートの温度は、構造物の断面寸法、気象条件を考慮して5～20の範囲でこれを定めることとする。

・気象条件が厳しい場合や部材厚が薄い場合

最低打込み温度10 程度を確保

・部材厚が厚い場合 5 を下回らない範囲で温度を下げる

早朝及び夜間等の低温時の打込みを避ける。

型枠は、熱伝導率が小さいものを使用する。

木製型枠は鋼製型枠に比べて、熱伝導率が小さく、保温効果が大い。

打込み時に鉄筋、型枠等に冰雪が付着していないこと。

鉄筋、型枠に付着している冰雪を溶かすのには、湯または蒸気かけるのが良いが、一度溶かした水が凍結する場合があるので注意が必要である。

打込まれたコンクリートは、露出面が外気に長時間さらされないようにする。

コンクリートの露出面はシートで覆い、特に風を防ぐことが大事である。

2) コンクリートの養生

凍害をさけるため、表 - 3の圧縮強度が得られるまでは、コンクリート温度を5 以上に保たなければならない。なお、表 - 3の強度が得られる養生期間の目安は表 - 4のとおりであり、湿潤状態に保つ養生日数は表 - 1に示す湿潤養生期間も満足する必要がある。

表 - 3 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) [土木学会コンクリート標準示方書より]

断面 構造物の露出状況	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 水で飽和される部分	15	12
(2)普通の露出状況にあり、 (1)に属しない部分	5	5	5

水路、水槽、橋台、橋脚、擁壁、トンネル覆工等で水面に近く、水で飽和される部分及びこれらの構造物のほか、水面から離れているが融雪、流水、水しぶき等により水で飽和される部分。

表 - 4 所要圧縮強度を得る養生日数の目安
 [土木学会コンクリート標準示方書より]

構造物の露出状況	断面 セメントの種類 養生温度	普通の場合		
		高炉セメント (B種)	普通ポルト ランドセメント	早強ポルト ランドセメント 早強ポルト ランドセメント + 促進剤
(1) 連続して、あるいはしばしば 水で飽和される部分	5	12日	9日	5日
	10	9日	7日	4日
(2) 普通の露出状態にあり、 (1)に属さない部分	5	5日	4日	3日
	10	4日	3日	2日

コンクリートに給熱する場合は、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しなければならない。

コンクリートを局部的に熱し、コンクリート各部の温度差が著しくなると、ひび割れが生じるおそれが大きくなるので注意が必要である。

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。

保温養生あるいは給熱養生後、温度の高いコンクリートを急に寒気にさらすと、表面にひび割れが生じるおそれがあるので、適当な方法で保護し表面が徐々に冷えるようにしなければならない。

3) 型枠の取り外し

型枠の取り外しは、コンクリートの温度を急激に低下させないように行わなければならない。

養生覆い内の温度を調整するなどして温度差を小さくしてから型枠を外すか、コンクリートの表面が急冷されなくなるまで型枠を残して置く必要がある。