

住宅基礎用コンクリートについて

フクシマ建材販売株式会社

コンクリート基礎知識

○ セメントとは

セメントとは、コンクリートを作るための材料の一つで灰色の粉末です。現在セメントは、そのほとんどがコンクリートとして使われていますが、大別して「ポルトランドセメント」「混合セメント」「特殊セメント」の3つに分けられます。通常、私たちが目にすることが多いのは「ポルトランドセメント」です。

セメントは主に、クリンカと石膏によって構成されています。クリンカとは、石灰石と粘土を混ぜて焼いたもののことです。現在、わが国で販売されているセメントの約70%は「普通ポルトランドセメント」であり、次いで「高炉セメント」が約20%、「早強ポルトランドセメント」が約5%です。

「ポルトランドセメント (Portland cement)」は、その固まったものの色や硬さがイギリスのポルトランド岬から産出される建築材『ポルトランドストーン』によく似ていることから、ポルトランドセメントと呼ばれています。

○ コンクリートとは

コンクリートは、セメント、水、細骨材(砂)、粗骨材(砂利)、混和剤(薬)から構成されます。これらをコンクリート中に占める質量で見ると、もっとも多いのが粗骨材で40%、次いで細骨材35%、セメント15%、水10%、混和剤0.2%の順になります。

※ 上記割合は質量比で、おおよその目安となります。

コンクリートの強度は、セメントと水の割合で設定されます。これを水セメント比(W/C)と呼びます。1m³中のセメントの質量が350kg・水の質量175kgとすると、水セメント比は50%となります。コンクリートは、水の量が少なくセメントの量が増えれば強度は上がります。

よって、1m³中のセメントの質量が350kg・水の質量160kgとすると、水セメント比は46%となり、前者の調合よりも高い強度が得られることとなります。

ただし、セメントを多く使い水を少なくすると強度が高くなるだけで、ボソボソのコンクリートが出来上がります。型枠内に打ち込まれる生コンがいくら強度が高くても、密実に充填出来なければ、構造体自体が所定の強度を維持することができません。

ここで、流動性・作業性(総称:ワーカビリティ)をよくするために、混和剤と呼ばれる「AE減水剤」が約0.2%(3~4ℓ)使われます。この薬の名称の由来は、「AE剤」と呼ばれる薬と「減水剤」と呼ばれる薬を混合した薬です。「AE剤」とはエントレインドエア剤の略称で、コンクリート中に微細な空気を連行させる薬です。また「減水剤」とは、その名称の通り水を減らし流動性を向上させる薬です。以上の特徴を持った2種類の薬を混合させたものが「AE減水剤」と呼ばれる薬です。

このように、コンクリートとは複合材料により製造される為、各材料の特徴・基準・規格を理解し、用途に応じた製品を発注する必要があります。

コンクリートに使われる各材料の規格、生コンクリート製造工場の認定、生コンクリートの製造過程における規定、生コンクリートに関する試験・検査の規格などは、JIS規格(日本工業規格)により定められており、生コンクリートを受け入れる側の施工計画・品質管理基準、検査方法及び処置方法は、JASS5(日本建築学会 鉄筋コンクリート工事)に規定されています。

コンクリートの調合・配合・発注

○ コンクリートの調合の決定

コンクリートを構成する各種材料は、それぞれJIS規格（日本工業規格）により規定されていて、何を使ってもよいというものではありません。その為、生コン製造工場はJIS工場としての認定審査を受け、(1)適用範囲、(2)種類、(3)品質、(4)容積、(5)配合、(6)材料、(7)製造方法、(8)試験方法、(9)検査方法、(10)製品の呼び方、(11)報告、等について詳しく規定しています。表1は、JIS認定工場がJIS製品として出荷できるコンクリートの一覧です。

※ JIS A 5308 より抜粋

表1-レディーミクストコンクリートの種類

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	スランブ又はスランブフロー ^{a)} cm	呼び強度														
			18	21	24	27	30	33	36	40	42	45	50	55	60	曲げ 4.5	
普通コンクリート	20, 25	8, 10, 12, 15, 18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	40	5, 8, 10, 12, 15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
軽量コンクリート	15	8, 10, 12, 15, 18, 21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
舗装コンクリート	20, 25, 40	2.5, 6.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
高強度コンクリート	20, 25	10, 15, 18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		50, 60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

注^{a)} 荷卸し地点での値であり、50 cm 及び 60 cm はスランブフローの値である。

太枠罫線内の製品は、「24-18-20N」や「27-18-20N」など、JIS規格に適合した木造住宅基礎に使われる一般的なコンクリートの配合になります。

ここでいう、「24-18-20N」や「27-18-20N」を、「呼び方」「配合」などと言います。

①
②
③
④
24
18
20
N

① 指定強度

生コン製造日より、28日後に標準養生にて保障される強度であり、構造計算上必要とされる設計基準強度(Fc) + 構造体強度補正值(S)をいう。

補足事項(建築工事における強度補正の推移)

- 1979年以前・・・ 指定強度は、設計基準強度
- 1979年以降・・・ 設計基準強度に温度補正值を加える
- 1997年以降・・・ 設計基準強度に品質基準強度と温度補正值を加える
- 2009年以降・・・ 設計基準強度に構造体強度補正值を加える

② 指定スランブ

表1における所定スランブ「8」「10」「12」「15」「18」の中から選択する。JASS5 29節 住宅基礎用コンクリートでは、「スランブは18cmとする」と明記されている。

- ③ 骨材の最大寸法
粗骨材(砂利)の最大寸法
「20mm」「25mm」「40mm」の3種類がある。
建築工事における骨材の最大寸法は、20mmがほとんどである。

- ④ セメントの種類
JIS A 5308
・N: 普通ポルトランドセメント
・H: 早強ポルトランドセメント
・UH: 超早強ポルトランドセメント
・M: 中庸熱ポルトランドセメント
・L: 低熱ポルトランドセメント
・SR: 耐硫酸塩ポルトランドセメント
・BA: 高炉セメントA種
・BB: 高炉セメントB種
・BC: 高炉セメントC種
・SA: シリカセメントA種
・SB: シリカセメントB種
・SC: シリカセメントC種
・FA: フライアッシュセメントA種
・FB: フライアッシュセメントB種
・FC: フライアッシュセメントC種
・E: エコセメント

以上が、JIS規格において認められているセメントの種類である。

セメントの生産数の約70%が、普通ポルトランドセメントである。

使用する対象(構造物)や施工方法、施工条件によっても使用するセメントが異なる場合がある。JASS5 29節 住宅基礎用コンクリートでは、「原則として普通コンクリートを使用する」となっている。

その他の規定(JASS5 2015年版)

空気量	...	特記のない場合は、4.5%とする。
水セメント比	...	65%以下とする。
単位水量	...	185kg/m ³ 以下とする。
単位セメント量	...	270kg/m ³ 以上とする。

たとえば、『やわらかめの生コンを打ちたいから』といって、この表にはないスランプ20cmで生コン工場に「27-20-20N」などの生コンを発注した場合、JIS規格に適合しない製品の為、JIS認定工場では製品の保障ができない生コンとして出荷されます。

この様な規格を基に、構造計算上・耐久年数上・品質管理上適したコンクリートが、設計図書または、各住宅メーカーの設計ごとに決められます。

生コンクリートを発注するに当たり、事前に運搬距離、運搬時間、JIS認定の有無、出荷される生コンの特徴等を考慮し、出荷工場を選定し配合計画書を提出させます。

次頁は、JIS認定生コンクリート製造工場から提出された配合計画書になります。

レディーミクストコンクリート配合計画書

No. _____

平成24年 5月31日

殿

〇〇 建材株式会社

TEL

FAX

配合計画者名 _____

工事名称	様邸 新築工事												
所在地													
納入予定時期	平成24年6月5日～平成24年7月5日												
本配合の適用期間	6/16～9/21 夏期 (修正標準配合)												
コンクリートの打込み箇所	ベース・立上り												
配 合 の 設 計 条 件													
呼び方	コンクリートの種類による記号	呼び強度	スランブ又はスランブフォーム cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号								
	普通	24	18	20	N								
指定事項	セメントの種類	呼び方欄に記載	空気量	4.6%									
	骨材の種類	使用材料欄に記載	軽量コンクリートの単位容積質量	kg/m ³									
	粗骨材の最大寸法	呼び方欄に記載	コンクリートの温度	℃									
	アルカリシリカ反応抑制対策の方法	A		水セメント比の目標値の上限	%								
	骨材のアルカリ反応性による区分	使用材料欄に記載	単位水量の目標値の上限	kg/m ³									
	水の区分	使用材料欄に記載	単位骨材量の目標値の下限又は目標値の上限	kg/m ³									
	混和材料の種類及び使用量	使用材料及び配合表欄に記載		流動化後のスランブ増大量	cm								
	塩化物含有量	0.30 kg/m ³ 以下											
呼び強度を保證する材齢	28日												
使 用 材 料													
セメント	生産者名	宇部三愛セメント株式会社		密度 g/cm ³	3.16	Na ₂ Oeq %	0.58						
混和材①	製品名		種類	密度 g/cm ³		Na ₂ Oeq %							
混和材②	製品名		種類	密度 g/cm ³		Na ₂ Oeq %							
骨材	No.	種類	産地又は品名	アルカリ反応性による区分 試験方法	粒の大きさの範囲	粗粒率又は実積率	密度 g/cm ³ 結 乾 表 乾	微粒分量の範囲%					
細骨材①	①	陸砂	茨城県鹿嶋	A 化学法	5	2.65	2.58						
骨材②	②												
骨材③	③												
粗骨材①	①	碎石	八王子市美山	A 化学法	20～5	60.0	2.65	1.0±1					
骨材②	②												
骨材③	③												
骨材④	④												
混和剤①		フローリック RV10L		AE減水剤(遅延形I種)			Na ₂ Oeq %	1.4					
混和剤②	製品名		種類				Na ₂ Oeq %						
混和剤③	製品名		種類				Na ₂ Oeq %						
細骨材の塩化物量	①0.001%		水の区分	上水道水及び上澄水	目標スランブ	固形分率	%						
配 合 表 kg/m ³													
セメント	混和材①	混和材②	水	細骨材①	②	③	粗骨材①	②	③	④	混和剤①	②	③
321			183	831			922				3.85		
水セメント比	57.0%		水結合材比				%	細骨材率	48.1%				
備考	骨材の質量配合割合、混和剤の使用量については、断りなしに変更する場合がある。 Fq=Fc+ΔF=21+3=24 (N/nmi2) 夏期配合												



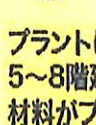
生コンプラント写真

生コン工場のしくみ



コンタ

うわあ、生コン工場って背が高んだね!



ナマコン農士

プラントは全高20~30mあるぞ。5~8階建てのビルくらいじゃな。材料がプラント上部へ運ばれて、計量されてミキサで練り混ぜられて、最後は生コン車まで下りてくる。



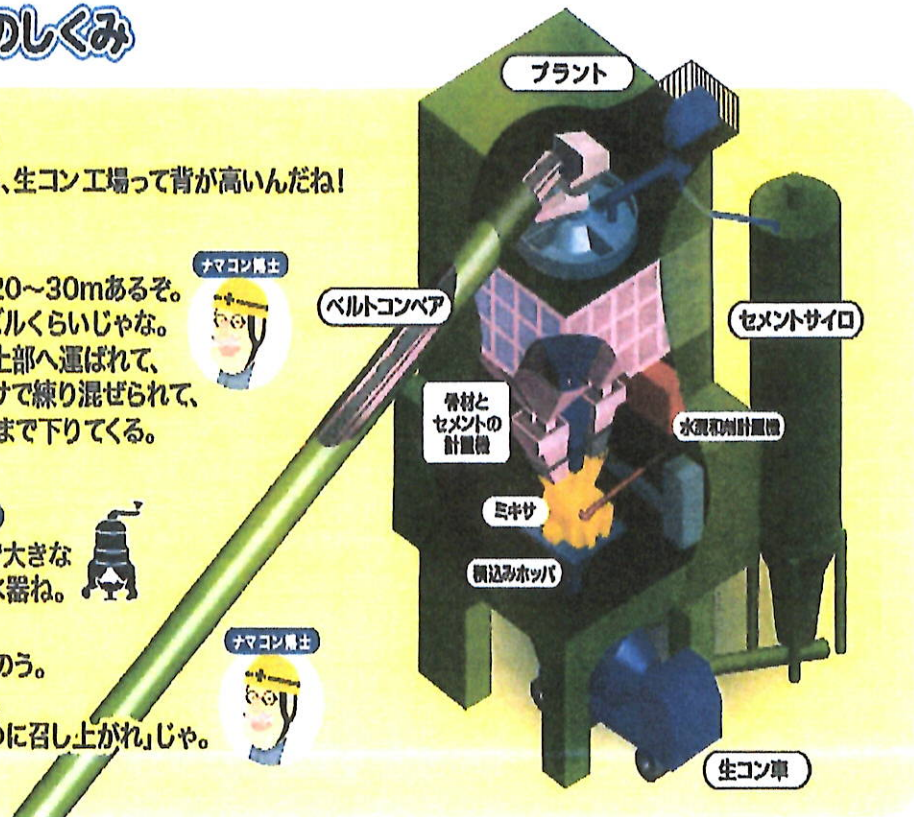
マナ

まるで大きなかき氷器ね。



うまい事言うのう。かき氷と同じで、生コンも「お早めに召し上がれ」じゃ。

ナマコン農士



現場コンクリートの品質試験・検査

○フレッシュコンクリートの試験

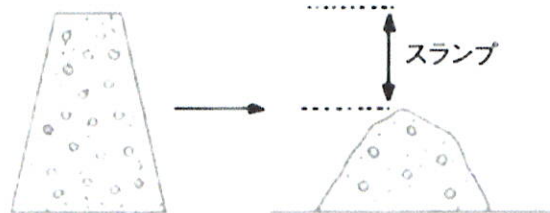
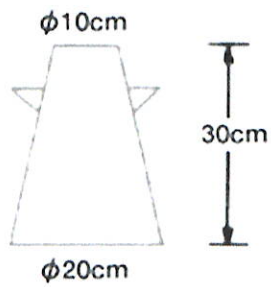
納入されたフレッシュコンクリートが、JIS規格に適合しているかの試験・検査を行います。

フレッシュコンクリート現場試験写真



スランブ試験 図解

スランブコーン



スランブコーンに
コンクリートを
つめたときの形

スランブコーンを
引き上げたときの形

① スランプ試験

生コンは、主に水量の多い、少ないにより、コンクリートの軟らかさや流動性が異なる。この軟らかさや流動性の程度を示す試験方法として「スランプ試験」がある。スランプとは、上面の内径が10cm、下面の内径が20cm、高さが30cmのコーンにつめたコンクリートが、コーンを引き抜いた後に最初の高さからどのくらい下がるかで測定し、スランプ値が大きいコンクリートは、軟らかいコンクリートと判断する。JIS規格では、発注スランプが8cm～18cmの場合は±2.5cmの許容範囲内であれば合格である。

フレッシュコンクリートは、硬いほど単位水量が少なくなる。単位水量が少なければ、収縮なども少なく密実なコンクリート構造物になる。ただし、硬ければ充填性がなく、ジャンカ・豆板等の弊害も懸念される。また、流動性・作業性も悪くなり、打設速度や打設時間が長く、コンクリートの硬化が始まる恐れもある。逆に柔らかすぎると単位水量が多くなり、沈下ひび割れ等が起こりやすくなるだけでなく、骨材が沈みモルタル分と分離し均一な構造体ではなくなる恐れがある。

② 空気量測定

生コンを練り混ぜるときにAE剤と呼ばれる石鹼のように泡を発生させる薬剤を少し混ぜると、コンクリートの中に微細な空気の泡ができる。水をたくさん入れない状態で微細な空気の泡がボールベアリングの役割をして、コンクリートの流動性を高める為（ワーカビリティの改善）、作業性・流動性を改善させるだけでなく、コンクリートの強さや耐久性を向上させることができる。（※凍結融解作用）生コンはほとんどの場合、ユーザーから指定がない限り、空気量を3～6%入れたコンクリートを製造し、出荷している。試験方法としては、容器にコンクリートをいっぱい詰めて密閉し、圧縮を加えて測る。空気量が多くなると強度が低下する。普通コンクリートで4.5%を基準として±1.5%、の空気量と規定されている

※ 凍結融解作用とは

凍結融解作用とは、コンクリートに含まれている水分が凍結すると、水の凍結膨張（約9%）に見合う水がコンクリート中を移動し、その際に生じる水圧が大きく、これが繰り返されるとやがてコンクリートが破壊される作用をいう。

コンクリートの中の微細な空気の泡が凍結膨張した水分の逃げ道となり、構造体コンクリートの強度低下を防ぐ役割をする。

③ フロー値測定

スランプ測定との関連性が大きく、スランプ試験はコンクリートの沈みを測定するの対しフロー値測定はスランプ試験後のスランプ幅を測定することにより、フレッシュコンクリートの流動性・骨材分離抵抗性を測定する方法である。

測定後のスランプ値が同じ18cmであっても、フローの広がりが大きければ流動性の良いフレッシュコンクリートであると判断され、フローの広がり小さければ流動性・作業性の悪いフレッシュコンクリートと判断される。ただし、あまりにもフロー値が大きすぎると、骨材とモルタル分が分離していると判断される場合もある。

フロー値測定に関してはJIS規格の規定はなく、あくまでも参考値である。

④ フレッシュコンクリート温度測定

フレッシュコンクリートの温度は外気温に左右され、コンクリートの硬化速度に影響を与える。気温が高ければフレッシュコンクリートの温度も高くなり、硬化速度も速くなる。逆に、気温が低ければフレッシュコンクリートの硬化速度も遅くなる。

これは、温度補正を加える時期を見ても分かる通りである。

フレッシュコンクリートの温度に関する規定については、冬季においては約10℃以上でなければならず(凍結の恐れがある為)、夏季においては、35℃を超えてはならない(コンクリートの硬化速度が速くなり、適当な施工が困難になる為)と規定している。

⑤ フレッシュコンクリート塩化物含有量測定

鉄筋コンクリート構造物において、コンクリート中にある程度以上の塩化物が含まれていると、コンクリート中の鉄筋がさびやすくなる。また、塩化物が塩化ナトリウム(NaCl)であると、アルカリ骨材反応を助長する要因ともなる。これまでコンクリート中に含まれる塩化物含有量については、その塩化物が持ち込まれる主な原因となる海砂の中の塩分含有量についてのみ規定されていた。しかし、塩化物については、海砂以外の練り混ぜ水や混和材など他の使用材料からも導入される為、コンクリートの耐久性向上の要求に沿って生コンの塩化物含有量はコンクリート中に含まれる塩化物総量で規定されている。塩化物総量の限度については、原則として、0.30kg/m³を規制値とし、購入者の承認がある場合には0.60kg/m³まで許容されることとしている。

⑥ コンクリート供試体(テストピース)

現場において打設されるフレッシュコンクリートを写真のような容器に詰めてΦ100×h200mmの供試体(テストピース)を作成する。JIS A 1132(コンクリート強度試験用供試体の作り方)を基に作成を行い、1材齢につき3本1組とする。供試体については構造体強度推定用として作成するものであり、コンクリート試験・検査の中では一番重要な試験である。作成する供試体は、4週後における構造体強度推定用・1週後における4週強度推定用の他に、せき板除去時期の決定用などがある。



生コン打設準備写真



生コン打設作業写真

コンクリートの圧縮試験と強度判定

○圧縮試験の目的

コンクリート圧縮試験の目的には、様々な種類・方法・用途があります。

コンクリートの品質は最終的には構造物の状態を把握することが望ましいのですが、実際に完成した構造物に載荷するわけにはいかない為、荷卸し時に採取したフレッシュコンクリートから作成された供試体を構造物に代わる強度推定用として判定しています。

硬化したコンクリートが、色々な形で加えられる外力に対して、どのような強さを持つかを見る指標となるのが強度であり、単位面積当たりの荷重の単位で表され、荷重の種類により圧縮強度、引張強度、曲げ強度、せん断強度などがあります。一般にコンクリート強度といえば圧縮強度を指すのですが、生コンの場合は、フレッシュコンクリートの状態でユーザーに納入し、硬化した後どの程度の圧縮強度が得られる性能の生コンであるかが、商品としての強度保証のレベルを決める重要なポイントとなっています。また、圧縮強度といっても、生コンの圧縮強度(呼び強度の強度値)、コンクリート構造物の圧縮強度(設計基準強度)など、どの状態におけるコンクリートの圧縮強度を調べるかにより試験方法が異なったりします。

全頁でも述べたとおり、構造体強度推定用(設計基準強度の確認)・調合強度確認用・4週強度推定用・せき板除去時期の決定用などがあり、判定強度もそれぞれ異なります。

○圧縮試験の判定基準

それぞれの目的における圧縮強度判定値と養生方法・試験材齢を以下に示す。

① 構造体強度推定用(設計基準強度の確認)

判定値は、28日における原則標準養生された圧縮試験結果が、調合管理強度(F_m)以上とする。

調合管理強度とは、設計基準強度(F_c)と耐久設計基準強度(F_d)の数値の大きい方を品質基準強度(F_q)とし、構造体強度補正值(m_{Sn})を加えた値である。

構造体強度補正值(m_{Sn})は地域によって異なるが、おおまかに標準期(春期・秋期)では $3N/mm^2$ 、冬期・夏期においては $6N/mm^2$ の補正值となっている。

補足事項(その他の構造体強度推定用の判定値)

- ・ 標準養生供試体の代わりにあらかじめ準備した現場水中養生供試体によることができる。

判定基準は、材齢28日までの平均気温が $20^{\circ}C$ 以上の場合、3個の供試体の圧縮強度の平均値が調合管理強度以上。

平均気温が $20^{\circ}C$ 未満の場合、3個の供試体の圧縮強度の平均値から $3N/mm^2$ を減じた値が品質基準強度以上であれば合格。

- ・ 構造体から抜き取られたコア供試体によることができる。

判定基準は、91日において3個の供試体の圧縮強度の平均値が品質基準強度以上であれば合格。

- ・ コア供試体の代わりにあらかじめ準備した現場封かん養生供試体によることができる。

判定基準は、材齢28日を超え91日以内のn日において3個の供試体の圧縮強度の平均値から $3N/mm^2$ を減じた値が品質基準強度以上であれば合格。

の平均値から 3N/mm^2 を減じた値が品質基準強度以上であれば合格。

② 調合強度確認用

判定値は、28日における標準養生された圧縮試験結果が、呼び強度以上とする。この試験の目的は、生コン工場から出荷された製品がJIS規格強度を保障しているかの確認が目的であるが、構造体強度推定用の試験において判定される材齢・養生と同じである為、併用できる。

③ せき板除去時期の決定用

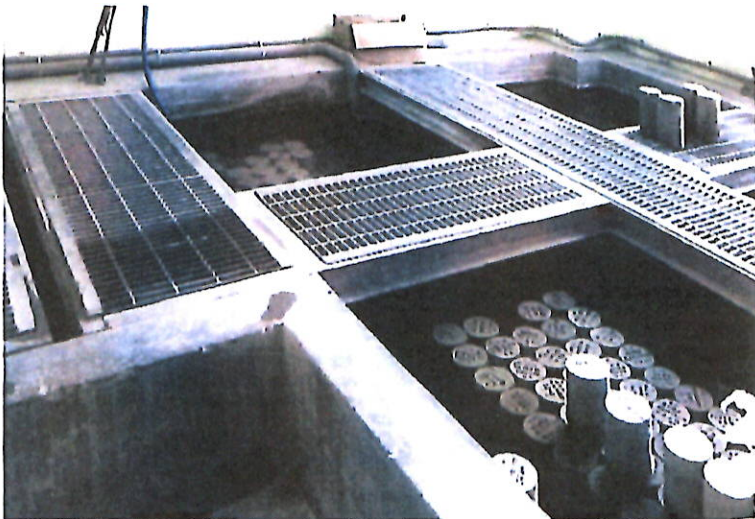
JASS 5 では、せき板の存置期間を計画供用期間の級に応じて設定している。

計画供用期間の級 短期・標準 → 5N/mm^2 以上

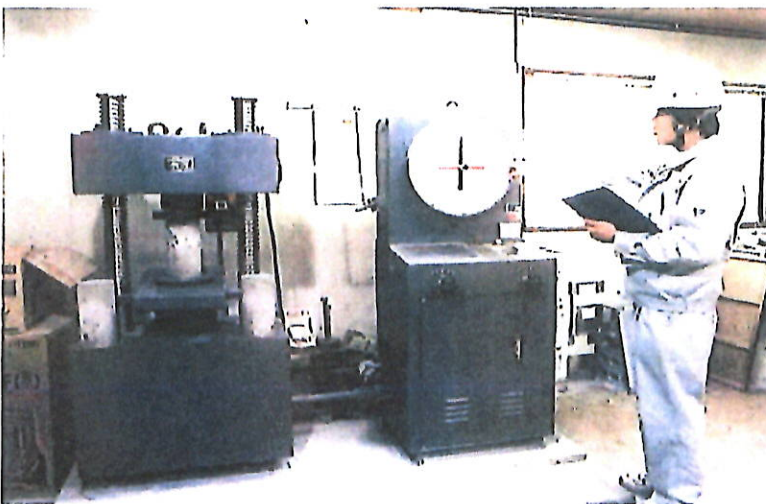
長期・超長期 → 10N/mm^2 以上

住宅の場合、計画共用級が短期($F_c=18\text{N/mm}^2$ ・計画共用期間としておよそ35年)長期($F_c=24\text{N/mm}^2$ ・計画共用期間としておよそ65年)である為、 5N/mm^2 以上の強度が確認できればせき板を除去することができる。

コンクリートの強度の試験方法はJASS 5 T-603によるものとし、供試体の養生方法は、現場水中養生または現場封かん養生とする。



標準供試体養生写真



試験機通称アムスラー

供試体試験結果成績書

コンクリート圧縮強度試験成績書
Test for Compressive Strength of Concrete

*試験結果は下記のとおりであることを報告致します。

東検試第C 1206302228 号
2012.08.01

施 工 者

工 事 名 称

工 事 区 域 東京都狛江市

種 別 年月日、番号	建築確認番号 平成 24年 06月 16日 第 GEA 1211-10354 号									
供試体採取責任者	所 属	氏 名								
試 験 の 目 的	品質基準強度の確認									
採 取 場 所	9・10号棟 ベース									
コン ク リ ー ト 内 容	生コン工場名	(株)川端建材								
	セメント製造会社	日立セメント(株)	混 和 剤	フローリックSV10						
	細骨材産地	美弥市砂・若津市山砂	添 加 化 剤							
	粗骨材産地	埼玉県飯能市大字上名栗								
	JIS A 5308 による呼び名	コンクリート	呼び強度	スラブ	粗骨材最大寸法	セメント種類				
備 考	普通	24	18	20	N					
採取年月日	2012.06.04	強 度 管 理 部	28 日	検印	設計基準強度	21 N/mm ²				
試験年月日	2012.07.02	試験材 齢	28 日	有	品質基準強度	24 N/mm ²				
養生方法	標準養生									
供 試 体 状 況				試 験 結 果						
記 号	直 径 mm	高 さ mm	重 量 g	見掛け 密度 kg/m ³	スラブ om	空気量 %	最大荷重 kN	圧 縮 強 度 N/mm ²	kef/cm ²	備 考
1-1	100.0	197	**	**	19.5	4.2	250	31.8	324	
1-2	100.0	198	**	**	19.5	4.2	250	31.8	324	
1-3	100.0	198	**	**	19.5	4.2	252	32.1	328	
供試体作製業者	(株)建材総合試験						圧縮強度 平均 X	31.9	326	
供試体精度	JIS A 1132に適合						評 価	X ≥ F _q (F _q :品質基準強度)		

試験責任者 中村 光男

東京検査株式会社建材研究所 TEL 042-799-0992(代) FAX 042-799-0984

*試験方法はJIS A 1108による。

*試験年月日、試験計測結果、評価等以外の記号は、依頼者の申告による

～ 生コンの基本的な流れ ～

