

第13回(2005年)

生コン技術大会

研究発表論文集



全国生コンクリート工業組合連合会
全国生コンクリート協同組合連合会

研 13.

高強度コンクリートの強度管理用供試体の保管条件による 強度への影響について

○ 長根 良美*1 伊藤 司*1 国井 一司*2 風間 美男*3 原田 修輔*4

要旨：標準養生を開始するまでの供試体の保管条件が高強度コンクリートの強度試験結果に及ぼす影響について検討を行った。保管場所を空調された室内、日かげおよび日なたの3水準とし、それぞれ保管期間を1日、2日、3日間とした場合の供試体強度を比較した。また、供試体上面にシールを施した場合とそうでない場合との供試体強度についても比較を行なった。

その結果、日なたで保管された供試体は室内で保管された供試体に比べ最大で 20N/mm^2 程度も強度が低くなることが確認された。また、水中養生を開始するまでの保管期間と強度との関係は、セメントの種類によって異なることが認められた。

キーワード：高強度コンクリート、圧縮強度、保管条件

1. はじめに

高強度コンクリートでは、標準養生を開始するまでの保管条件による強度への影響を通常のコンクリートよりも大きく受けると考えられる。このため、高強度コンクリートの供試体は標準養生を開始するまでの保管中、温度や乾燥による影響を受けないよう配合決定のために実施した試験と同じ条件で保管することが望ましい。一般に配合決定試験では、空調された試験室内で供試体を保管するが多い。これに対し、コンクリートの受け入れ現場では強度管理用の供試体を建設現場内で保管するため、配合決定時と同様な保管条件を確保できない場合が少なくない。

そこで本報告では、標準養生を開始するまでの供試体の保管方法が高強度コンクリートの供試体強度に及ぼす影響について夏期に検討した結果を報告する。

2. 検討因子および試験概要

試験因子を表-1に、使用材料およびコンクリートの配合を表-2、3に示す。高強度コンクリートに用いるセメントは普通ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメントおよび低熱ポルトランドセメントの3種類とした。高強度コンクリートは構造体補正強度 60N/mm^2 のものを検討対象とした。また、比較用として普通ポルトランドセ

表-1 試験因子

試料	保管場所	保管時間	上面シール
高強度コンクリート N (60) M (60) L (60)	試験室	1日間	なし
		2日間	なし 有り
		3日間	なし
	屋外 (日かげ)	1日間	なし
		2日間	なし 有り
		3日間	なし
普通コンクリート N (30)	屋外 (日なた)	1日間	なし
		2日間	なし 有り
		3日間	なし

*1 東京エスオーシー株式会社

*3 市川エスオーシー生コン株式会社

*2 昭和エスオーシー株式会社

*4 住友大阪セメント株式会社

メントを使用した呼び強度 30 の普通コンクリートも試験した。

供試体の保管場所による影響を比較するため、保管場所を試験室内と屋外とした。なお、屋外については直射日光が当たらない場所(以降、日かげ) および直射日光が照射する場所(日なた) とし、3種類の保管場所について試験を行った。

標準養生を開始するまでの供試体の保管期間は、1日間、2日間および3日間とし、保管期間の違いが強度に及ぼす影響についても検討した。

さらに、保管期間を2日間とした場合において、供試体からの水分の逸散を防止するために型枠に打ち込み後、直ちに上面をポリ塩化ビニル製のフィルムで覆った場合(上面シール有り)とフィルムを施さない場合(上面シールなし)の強度を比較し、シールの効果について検討した。

試料は強制二軸型の実機ミキサ(容量 6.0m³、練混ぜ量 2.0m³)で練り混ぜた。試料の練混ぜはH16年8月31日に行い、その後、保管中の供試体中心の温度を熱電対により測定した。供試体の養生は標準養生とし、材齢7日と28日で圧縮強度を測定した。型枠には金属製の軽量型枠を使用した。

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(住友大阪セメント製)
	中熱ポルトランドセメント(住友大阪セメント製)
	低熱ポルトランドセメント(住友大阪セメント製)
細骨材	山砂(千葉県富津産) 表乾密度 2.60g/cm ³ F.M.2.10
	石灰石砕砂(高知県鳥形山産) 表乾密度 2.66g/cm ³ F.M.3.40
粗骨材	石灰石砕石(高知県鳥形山産) 表乾密度 2.70g/cm ³ F.M.6.60
混和剤	高性能A E減水剤

表-3 配合

種類	記号	セメント種類	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤添加率
						C	W	山砂	砕砂	G	
高強度	N(60)	N	34.9	3.0	48.9	486	170	494	335	891	1.2%
	M(60)	M	31.4	3.0	48.6	524	165	486	332	891	1.2%
	L(60)	L	29.7	3.0	48.0	555	165	473	325	891	1.2%
普通	N(30)	N	51.0	4.5	46.3	343	175	486	330	972	1.0%

表-4 フレッシュコンクリートの性状

	スランブ (cm)	スランプフロー (cm)	フロー時間(秒)		空気量 (%)	温度 (°C)
			50cm	停止		
L(60)	-	63.5	5.3	28.6	1.8	30.0
M(60)	-	66.0	4.8	30.4	2.0	30.0
N(60)	-	63.5	6.7	33.4	2.4	32.0
N(30)	20.5	-	-	-	4.1	31.0

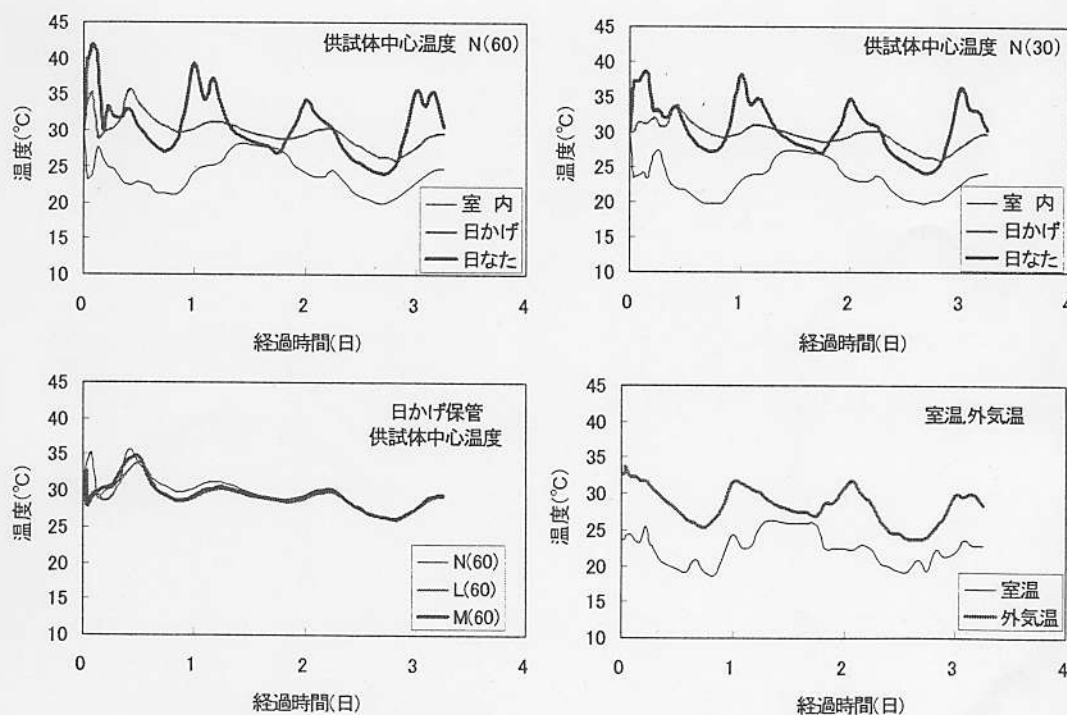


図-1 温度測定結果

表-5 圧縮強度試験結果

保管場所	上面シールの有無	保管期間(日)	圧縮強度(N/mm ²)							
			N(60)		M(60)		L(60)		N(30)	
			7日	28日	7日	28日	7日	28日	7日	28日
室内	なし	1	58.3	71.3	55.1	69.8	45.6	70.1	36.0	46.3
		2	54.7	68.4	51.4	71.0	44.2	70.9	34.8	44.7
		3	56.2	69.1	48.7	70.7	46.2	71.2	34.5	44.7
日かげ		1	55.8	67.9	54.5	68.7	47.3	70.2	32.4	42.4
		2	50.5	64.2	51.0	69.0	47.7	68.6	29.2	39.8
		3	52.2	62.7	50.5	65.7	46.4	68.9	31.7	40.8
日なた		1	41.9	54.1	45.4	62.5	27.2	47.0	34.2	44.3
		2	40.5	44.3	41.4	53.2	31.8	52.3	31.1	41.1
		3	36.2	47.7	52.1	60.3	39.6	44.1	29.6	40.0
室内	有り	2	55.8	69.2	52.4	69.7	43.7	69.6	34.2	44.2
日かげ		2	52.6	64.0	51.2	64.7	44.2	66.5	31.5	41.1
日なた		2	50.6	61.9	48.7	62.6	44.7	64.8	31.3	40.7

3. 試験結果

フレッシュコンクリートの試験結果を表-4に示す。保管中の供試体中心温度および室温・外気温の測定結果の一例を図-1に示す。N(60)の場合、日なた、日かげ、室内保管の供試体最高温度はそれぞれ41.9℃、35.6℃、28.2℃であった。また、保管場所が同じ場合、セメント種類による供試体温度の違いは認められなかった。

室温は平均22.5℃、最高26.4℃であり、外気温は平均28.8℃、最高33.8℃であった。

圧縮強度試験の結果を表-5に示す。図-2は室内で1日間保管された場合の材齢28日強度と各々の条件で保管された場合の材齢28日強度の差を示したものである。N(60)の場合、日かげ保管の場合では約8N/mm²の差であったが、日なた保管の場合では20N/mm²を超える強度差が認められた。M(60)とL(60)の場合、日なたで保管した場合の強度低下はN(60)と同様に顕著である。

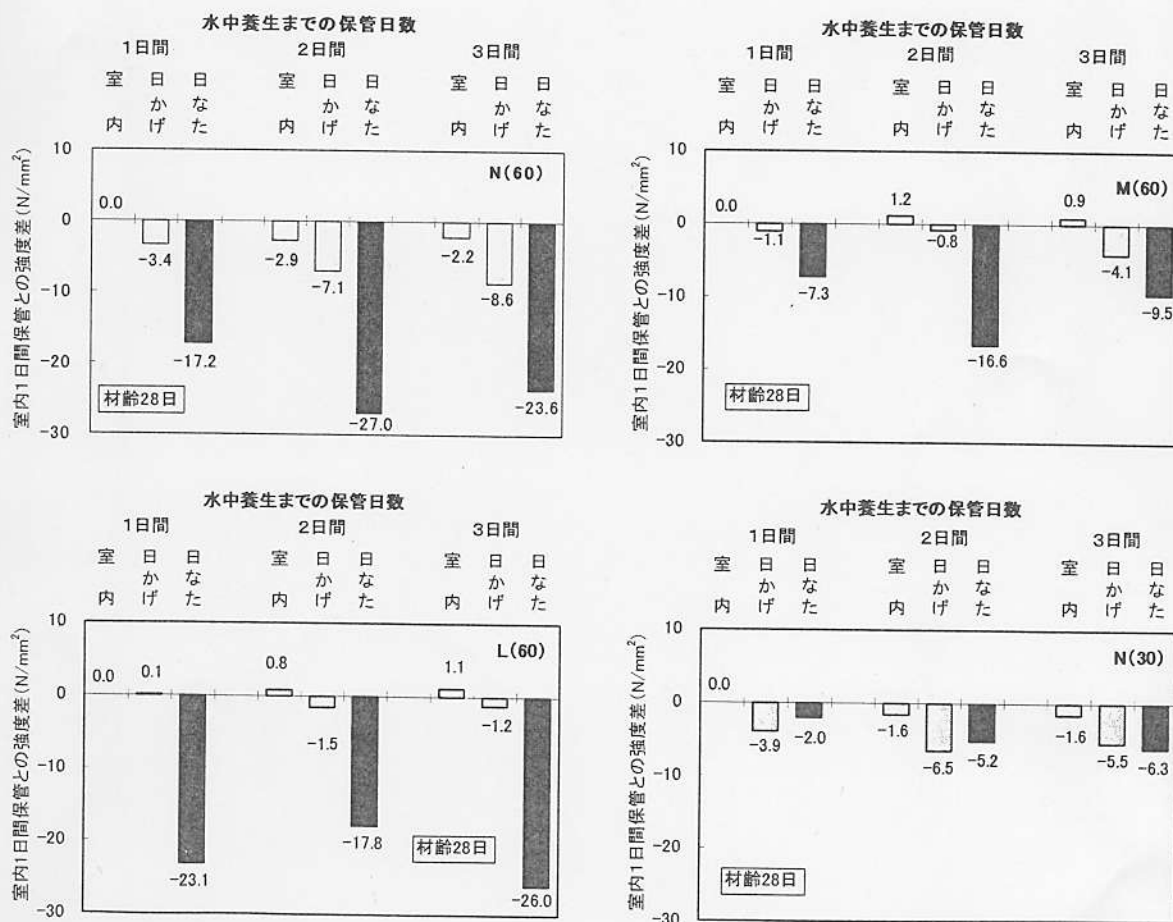


図-2 室内で1日間保管した場合と各保管条件との強度差

ものの、日かげで保管した場合と室内保管との強度差は僅かであった。このように、普通ポルトランドセメントを使用した高強度コンクリートについては、日かげで保管した場合の強度が室内で保管した場合の強度に比べて比較的大きく低下したため注意が必要である。

一方、普通コンクリート N (30) については、日かげ保管、日なた保管ともに 6N/mm^2 程度の強度低下が認められた。これより、高強度コンクリートでは直射日光を受けた場合の強度低下が普通コンクリートに比べて極めて大きくなることが認められた。

保管期間による影響については、日かげ、日なたで保管された N (60) および N (30) の場合において、保管期間を 1 日間とした方が 2 日間、3 日間保管した場合に比べて、室内で 1 日間保管した場合との強度差が少なくなる傾向が認められる。一方、M (60) および L (60) では、強度差と保管期間との間に明らかな傾向は認められなかった。

図-3、4 は 1 回の強度試験に用いた供試体

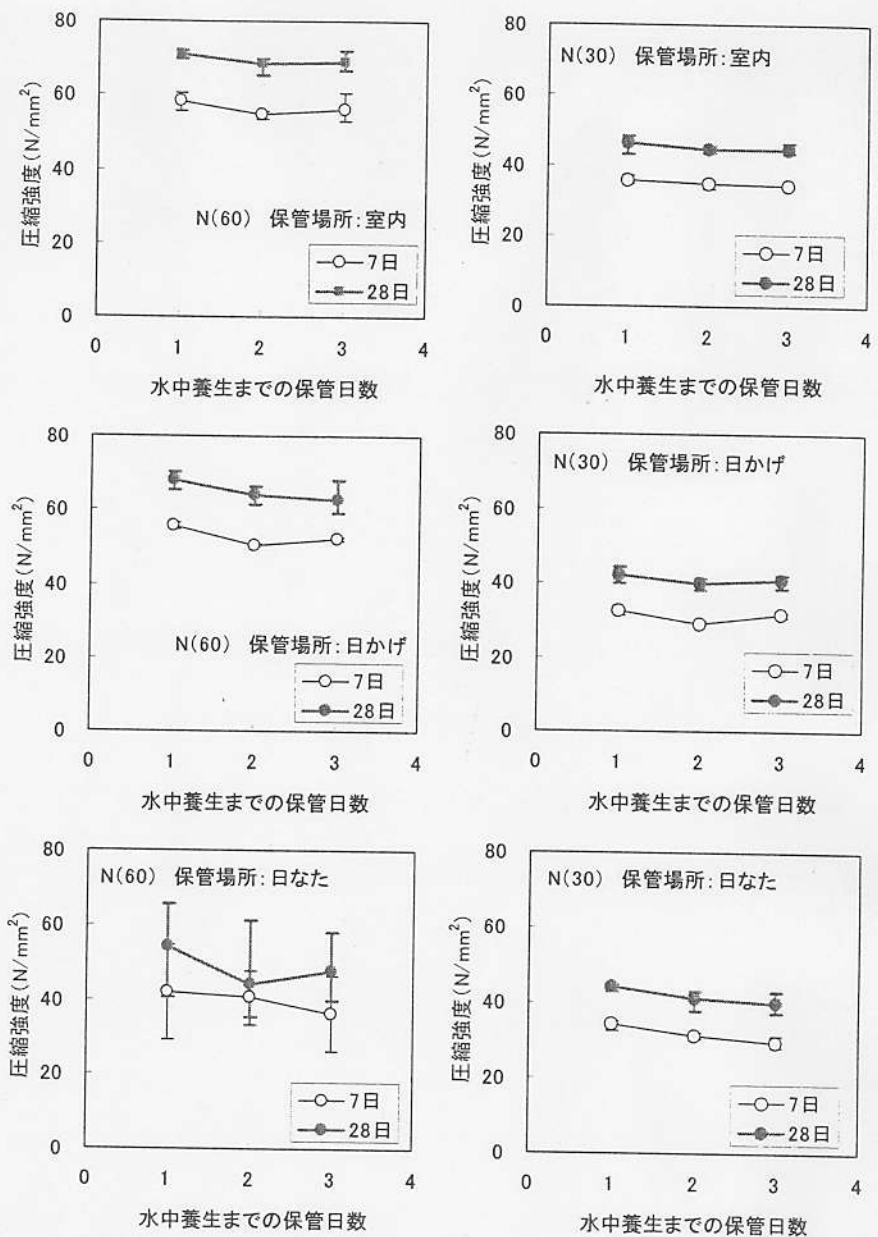


図-3 圧縮強度試験における供試体 3 本の強度のばらつき

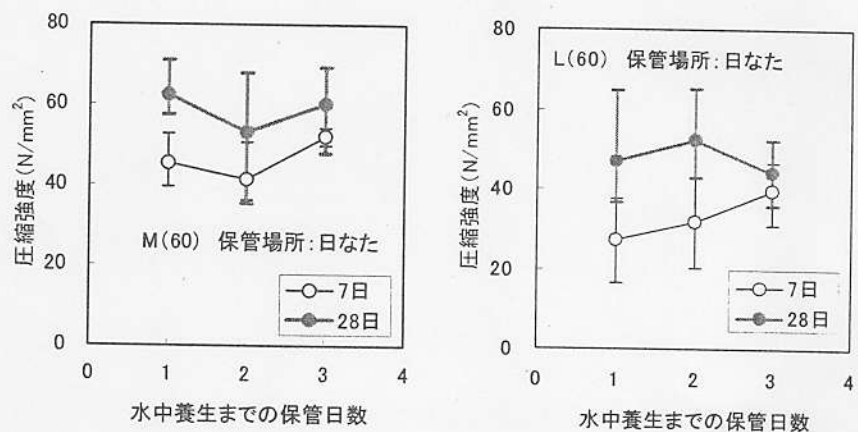


図-4 日なた保管における供試体 3 本の強度のばらつき

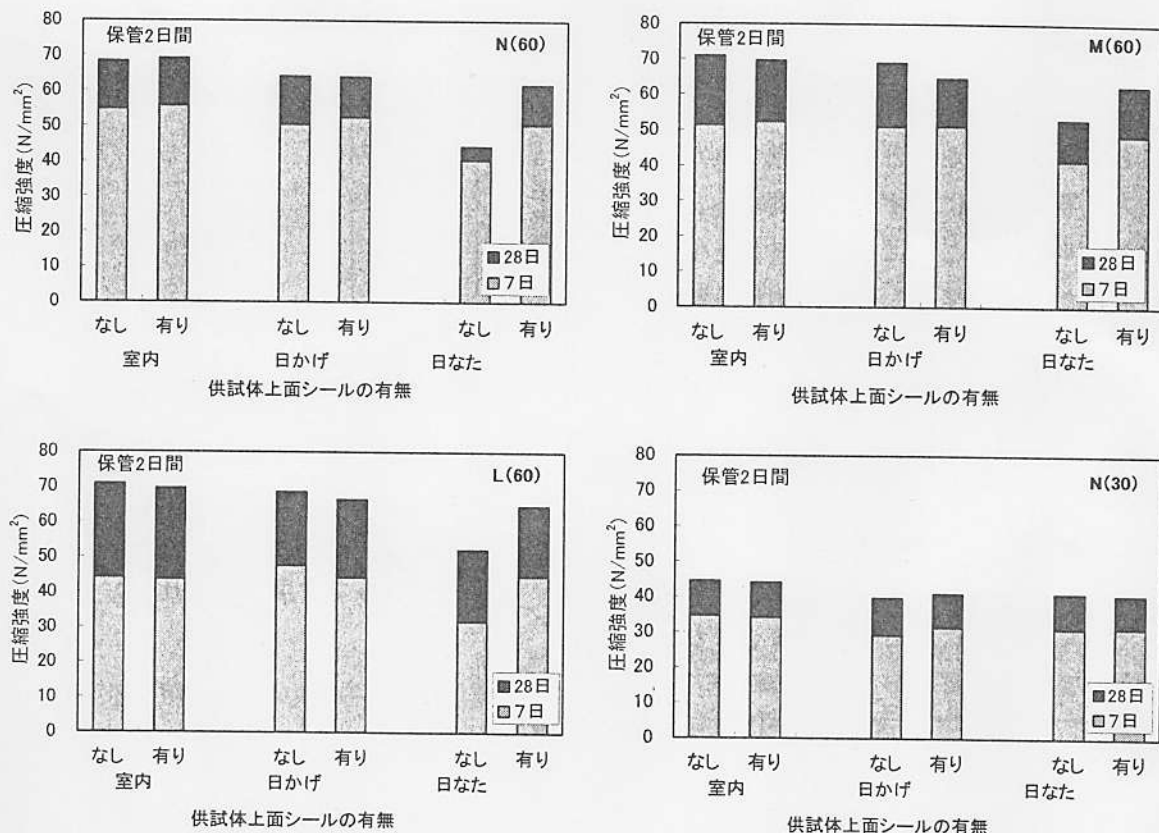


図-5 上面シールの有無による強度の比較

3 本の平均強度および最大値、最小値を示したものである。高強度コンクリートではセメント種類に関わらず日なたで保管した場合における強度のばらつきが顕著となった。高強度コンクリートではブリーディングが少ないため直射日光による乾燥を受け、写真-1 に示すようなひび割れが保管期間中に発生しており、このひび割れの状況（程度・方向等）により強度試験の結果が大きくばらついたものと考えられる。なお、普通コンクリートの N (30) では、このひび割れは発生しておらず、日なたで保管した場合においても強度試験の結果に顕著なばらつきは認められない。

供試体上面をシールして保管した場合と施さなかった場合の強度を比較したものが図-5 である。高強度コンクリートの場合、上面シールを施すことにより日なた保管における強度低下を幾らか抑制する効果が認められる。しかしながら、上面シールを施した場合においても、直射日光の当る場所で保管された場合の強度は室

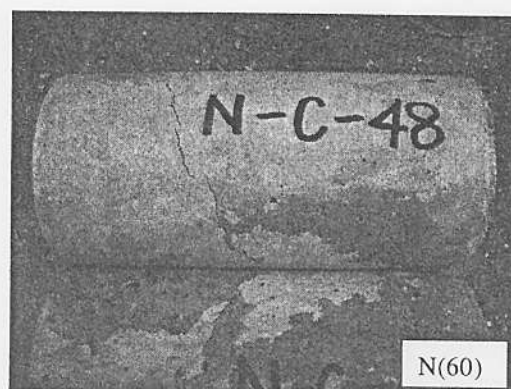


写真-1 日なた保管で生じたひび割れ

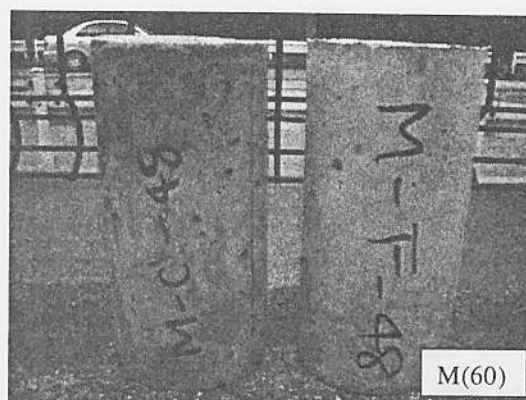


写真-2 上面シールの有無による供試体表面の比較（左：上面シール無し、右：上面シール有り）どちらも日なたで2日間保管）

内で保管された場合に比べて 7N/mm^2 程度低下した。上面シールの有無に関わらず保管中の供試体に直射日光を当てないことが重要であることが再認識された。一方、写真-2 に示すように供試体上面にシールを施すことにより、日なたで保管された場合に発生したひび割れは認められなくなり、極めて平滑な供試体表面が得られた。さらに、図-6 に示すように上面シールにより供試体3本の強度のばらつきも大きく低減された。直射日光が当たる場所で供試体を保管し、さらに上面をシールした場合には強度のばらつきや外見上の変状が認め難くなることを留意しておく必要があると思われる。

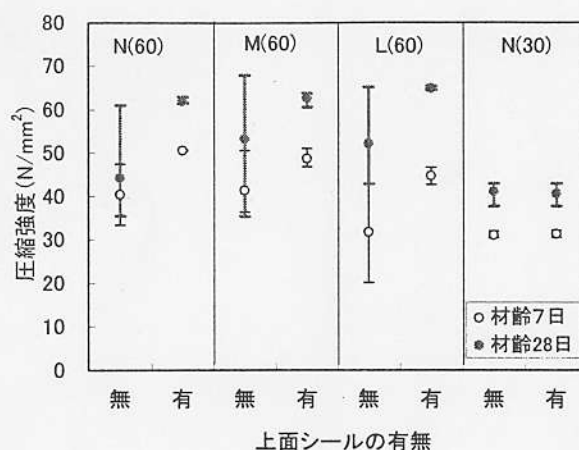


図-6 上面シールの有無による強度のばらつき度合いの比較

4. まとめ

夏期における高強度コンクリート（構造体補正強度 60N/mm^2 ）の材齢 1～3 日間における保管条件が、強度試験結果に及ぼす影響について検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 高強度コンクリートの場合、直射日光の当たる場所で保管された供試体の強度は空調された室内で保管された強度に比べて大幅に低下し、その低下は 20N/mm^2 を超える場合も認められた。
- (2) 普通コンクリート（普通ポルトランドセメント使用、呼び強度 30）では、室内で保管された場合の強度に比べ、日なたおよび日かげで保管された場合の強度は 6N/mm^2 程度低くなった。
- (3) 普通ポルトランドセメントを使用した場合、保管期間を 1 日とした方が、保管期間を 2 日、3 日間とする場合よりも強度が高くなる傾向を示した。一方、中庸熱および低熱ポルトランドセメントを使用した高強度コンクリートの場合には材齢 3 日までの保管期間と強度との間に明瞭な関係は認められなかった。
- (4) 日かげで保管された場合の高強度コンクリートへの影響はセメントの種類によって異なり、普通ポルトランドセメントを用いた場合、室内保管された場合に比べて $3\sim 9\text{N/mm}^2$ 強度が低くなった。一方、低熱ポルトランドセメントを使用した場合、日かげと室内保管との間に顕著な強度差は認められなかった。
- (5) 高強度コンクリートに対し、直射日光のあたる場所での水分の逸散を防止する目的で上面シールを施した場合、シールを施さない場合に対し $9\sim 18\text{N/mm}^2$ ほど高い強度が得られた。しかしながら、試験室内で 1 日間保管した場合の強度に対しては 7N/mm^2 程度低い値となった。

共同研究者：市川エスオーシー生コン（株）、埼玉エスオーシー（株）、佐倉エスオーシー（株）、昭和エスオーシー（株）、東京エスオーシー（株）、成田エスオーシー（株）、宮松エスオーシー（株）、横浜エスオーシー（株）、吉建エスオーシー（株）、住友大阪セメント（株）