各種養生条件とコンクリート強度の関係性について

(株) シーテック　正会員　○相澤　雅俊
(株) シーテック　正会員　鈴木　世二
(株) ジェイペック　小西　秀樹

1．目的

コンクリートの組織形成や強度発現は養生温度や水分供給の影響を受ける。また、早期脱型では、水分蒸発により水和不足となることが想定され、コンクリートの硬化性状に影響を及ぼす可能性がある。本報告では、圧縮強度 36N/mm^2 相当のコンクリートについて養生条件（湿潤、封緘、気乾）の異なる環境下での暴露試験により、圧縮強度と養生条件の関係性を確認した。

2．実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

実験に用いた使用材料を表 1 に、コンクリートの配合を表 2 に示す。なお、コンクリートの仕様はスランプ 18cm、空気量 4.5%とし、配合は水セメント比が 40.5%、細骨材率が 49.1%であり、セメントは 420kg/m^3 で一部フライアッシュを用いた。

表 1　使用材料

材　料	種　類	物性等
セメント(C)	普通ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｾﾒﾝﾄ	密度：3.16g/cm^3
細骨材（S1）	豊産砕砂	密度：2.59g/cm^3
細骨材（S2）	唐津産海砂	密度：2.57g/cm^3
粗骨材（G1）	鳴門産砕石 2005	密度：2.58g/cm^3
粗骨材（G2）	広浦産砕石 2005	密度：2.68g/cm^3
混和材（FA）	Ⅳ種	密度：2.20g/cm^3
混和剤	高性能減水剤	ﾎﾟﾘｶﾙﾎﾞﾝ酸ｴｰﾃﾙ系化合物
	AE剤	変性ロジン酸系化合物

表 2　コンクリートの配合

W/C	s/a	単位量(kg/m^3)								
(%)	(%)	W	C	F	S1	S2	G1	G2	高性能減水剤	AE剤
40.5	49.1	170	420	35	672	118	350	526	2.52	2.10

2.2 供試体作製

実験に用いた供試体は円柱(直径 100×高さ 200mm)とし、型枠はプラスチック製の軽量型枠を用いた。供試体作製はレディーミクスト工場の実機ミキサーを使用し、所要性状が得られることを確認した後、JIS A 1132 に準拠し必要本数を一度に作製した。

2.3 養生条件および圧縮強度試験

養生条件および試験材齢を表 3 に示す。養生方法は打設翌日に脱型した後、各種(水中、気中、封緘)養生とした。なお、封緘養生は型枠のまま、ビニール袋で密閉した。養生暴露場所は屋内とし、屋内 A が平均温度 50℃、相対湿度 13%、屋内 B が平均温度 20℃、相対湿度 65%の 2 箇所とした。また、水中養生温度は、屋内 A が平均 47℃、屋内 B が平均 19℃とした。圧縮強度試験は JIS A 1108 に準拠し、表 3 に示す材齢により各 3 本の質量測定および圧縮強度試験を行った。

表 3　養生条件

暴露場所	養生方法	材齢（日）			
屋内A（50℃ 13% RH）	気中	14	28	91	365
	水中				
	封緘				
屋内B（20℃ 65% RH）	気中				
	水中				
	封緘				

写真 1　養生状況の一例

3．実験結果

（1）各種養生条件による質量変化

質量変化率は図 1 に示すように、気中養生が減少傾向にあり、屋内 A(50℃)が 5%程度、屋内 B(20℃)が 2%程度であり、50℃の減少率が顕著である。一方、水中養生は 2%程度の増加傾向にあり、温度による差は見られない。いずれも材齢 91 日の段階でほぼ定量となっている。封緘養生は 20℃では変化が見られないが、50℃では材齢 28 日以降減少が確認される。

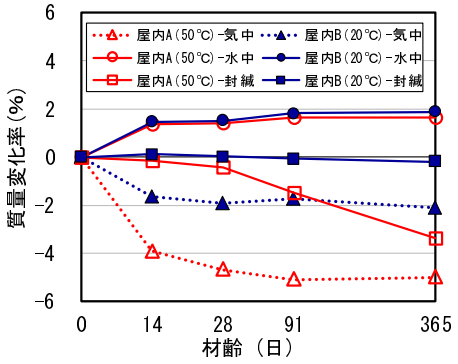

図 1　質量変化率の経時変化

キーワード　気中養生、水中養生、封緘養生、圧縮強度
連絡先　〒253-0041　神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-3-36 ルート 1 ビル 3 階　TEL 0467-84-6381　FAX0467-84-6382

© Japan Society of Civil Engineers

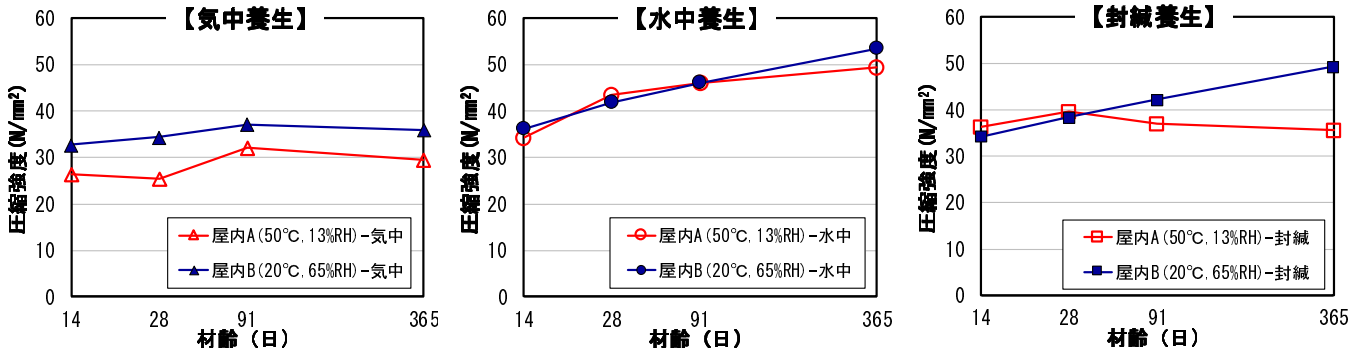

図 2　圧縮強度の経時変化

(2) 各種養生条件による圧縮強度

各種養生条件による圧縮試験結果を図 2 に示す。

気中養生は材齢開始から屋内 A(50℃)が屋内 B(20℃)より小さく、その後も材齢経過による顕著な強度増進は見られない。これは、気中養生下で乾燥状態にあり、水分不足から水和反応が阻害され、強度発現が停止している可能性が考えられる。

水中養生は材齢経過により強度増進があり、材齢 1 年では屋内 B(20℃)が屋内 A(50℃)と比較してやや大きい傾向にある。

封緘養生は屋内 B(20℃)では材齢経過により比例的な強度増進が確認された。一方、屋内 A(50℃)は材齢 28 日以降、強度が減少傾向にあり、材齢 1 年強度が初期強度(材齢 14 日)と同等となり、材齢 28 日に比較し 10%程度低下した。

圧縮強度と質量変化率の関係を図 3 に示す。水中養生では養生温度が 20℃および 50℃ともに質量変化が大きいほど圧縮強度が大きい傾向にある。一方、50℃および 20℃ともに気中養生(乾燥状態)では質量変化率と圧縮強度は相関関係がなく、一応に水中養生と比較して圧縮強度が小さい。

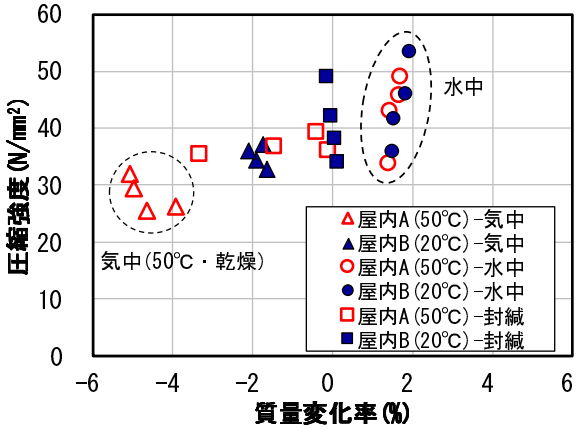

図 3　質量変化率と圧縮強度の関係

気中養生での積算温度と圧縮強度の関係を図 4 に示す。材齢 1 年での積算温度は、屋内 A(50℃)が 19500° DD、屋内 B(20℃)が 9200° DD であった。屋内 A(50℃)の気中養生では、材齢 1 年の段階で屋内 B(20℃)と比較し、2 倍程度の積算温度を受けているにもかかわらず、初期強度と強度低下がないため、50℃程度の受熱では経過による強度低下はないと考えられる。

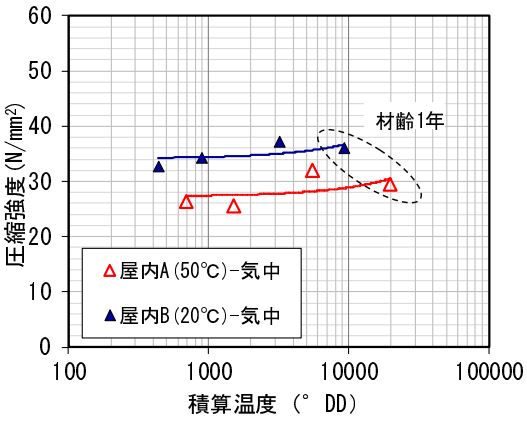

図 4　気中養生の積算温度と圧縮強度の関係

4．まとめ

1) 質量変化率は気中養生が乾燥により減少傾向、水中養生が増加傾向となり、いずれも材齢 91 日の段階でほぼ定量となった。
2) 気中養生(乾燥状態)では質量変化率と圧縮強度は相関関係がなく、水中養生と比較して圧縮強度が小さい。封緘養生 20℃では質量変化率は小さいが、強度増進が確認される。
3) 水中養生は材齢経過により強度増進があり、材齢 1 年では屋内 B(20℃)が屋内 A(50℃)と比較してやや大きい傾向にある。
4) 封緘養生は屋内 A(50℃)が材齢 1 年強度と初期強度(材齢 14 日)が同等となり、材齢 28 日に比較し 10%程度低下した。
5) 屋内 A(50℃)の気中養生では、材齢 1 年の段階で屋内 B(20℃)と比較し、2 倍程度の積算温度を受けているが、強度低下がない。

© Japan Society of Civil Engineers