

コンクリート部材内部への水分浸透および逸散性状に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 〇鈴木 浩明 正会員 玉井 謙 正会員 上田 洋

1. はじめに

中性化や塩害による鉄筋腐食，あるいは凍害やアルカリシリカ反応など，コンクリート構造物の劣化の主要かつ共通の原因としてコンクリートへの水分の供給が挙げられる．降雨時には構造物の上面や側面に雨がかり，下面や内部には漏水箇所から水が回る例がある．このように水分供給を受けるコンクリート表層は乾燥と湿潤とを繰り返す状態にあり，水分浸透深さが鉄筋位置に達すると腐食を生じやすくなると考えられる．特にかぶりが不足しているような箇所では鋼材腐食やかぶりコンクリートのはく落に繋がりがやすい．そこで本研究では，コンクリート供試体を用い，その水セメント比および養生方法に代表される表層品質がコンクリート部材内部への水分浸透および逸散性状に及ぼす影響について検討を行った．

2. 実験概要

作製したコンクリート供試体は 200×200×150mm の直方体であり，内部含水率の測定を目的とし内部含水率センサー（電気抵抗式コンクリート・モルタル水分計用ブラシ型センサー）を埋設した．埋設位置はセンサー先端部が供試体の打設側面から 10，30，50mm となるようにした．

表-1 に使用材料，表-2 に配合および養生方法を示す．なお，センサー先端のブラシ部には，同配合のコンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルを塗り込ませた．

各供試体は材齢 1 日まで封緘養生（20℃）を行った後脱型し，材齢 28 日まで気中養生（20℃，60％R.H.），封緘養生（20℃），水中養生（20℃）の 3 種類の養生を行った．さらに，各供試体共通で材齢 69 日まで乾燥（20℃，60％R.H.）させた．その後，浸漬面とその反対側の面は開放し残り 4 面をビニールテープで被覆し，図-1 に示すように打設時の側面を 10～20mm 程度水に浸漬させる一面浸漬試験を 7 日間行った．その後，83 日間乾燥（20℃，60％R.H.）させ，再度一面浸漬試験を 7 日間行い，高温乾燥（40℃）させた．測定項目として，内部含水率の経時変化を測定した．

3. 実験結果と考察

図-2 に例として水セメント比 50%，封緘養生とした供試体の 20℃ 環境下における内部含水率の経時変化を示す．内部含水率は，封緘養生と乾燥で小さくなり，一面浸漬試験で大きくなる．その後の乾燥で再び小さくなる傾向がみてとれる．また，コンクリート表面からの深さ 10mm，30mm，50mm における内部含水率の変化は，浅い順で大きいことがわかる．これは，コンクリートは表面に近いほど水分を吸収しやすく乾燥しやすいことを表している．

図-3 に 20℃ 環境下における，一面浸漬からの経過週数と内部含水率の変化との関係を示す．ここで，縦軸の内部含水率の変化は一面浸漬試験開始時の内部含水率を基準とした差を表している．水セメント比が高いか，

表-1 使用材料

材料(記号)		名称等	物性等
セメント(C)		普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm ³
細骨材(S)		千葉県君津産山砂	表乾密度:2.63g/cm ³ , 吸水率:1.88%
粗骨材(G)	粗骨材①	埼玉県両神産砕石1505	表乾密度:2.72g/cm ³ , 吸水率:0.57%
	粗骨材②	埼玉県両神産砕石2015	表乾密度:2.72g/cm ³ , 吸水率:0.64%
混和剤	混和剤①	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物と ポリオール複合体
	混和剤②	AE剤	アルキルエーテル系 陰イオン界面活性剤
練混ぜ水(W)		上水道水	—

混合比 粗骨材①:粗骨材②=質量比6:4

表-2 コンクリートの配合と養生

名称	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						混和剤添加量 C×%		養生方法
			W	C	S	G		①	②		
						①	②				
60P	60	47	155	259	886	623	413	0.25	0.00050	封緘養生	
50A										気中養生	
50P	50	45	155	310	831	631	419	0.25	0.00075	封緘養生	
50W										水中養生	
40P	40	43	155	388	765	631	419	0.25	0.00200	封緘養生	

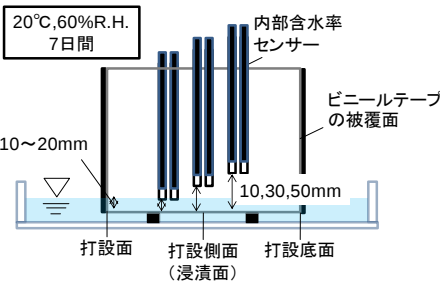


図-1 一面浸漬試験の概念図

キーワード 水分浸透，水分逸散，内部含水率，水セメント比，養生方法，

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 042-573-7338 FAX 042-573-7358

養生方法が乾燥傾向にあるといった比較的低品質な供試体では、1週間の浸漬における内部含水率の上昇が大きい。次に、品質と深さごとの内部含水率に着目すると、深さ10mmでは50Aが60Pより大きく、50Wが40Pより小さくなっているが、深さ30mm付近を境に逆転し、深さ50mmでは60Pが50Aより大きく、40Pが50Wより小さくなっている。すなわち、コンクリート表面から比較的浅い10mmにおける水分浸透に対しては養生方法の影響が大きく、比較的深い50mmでは配合の影響が大きいと考えられる。また、(a)において50Pを例にみると、1週間の浸漬で上昇した内部含水率が

試験開始時の値に戻るには約4週間かかっており、浸透に比べて逸散に要する時間が長いことがわかる。加えて、浸透においては供試体の配合や養生方法が内部含水率の上昇に影響したが、図-4に示すように逸散に要する日数は配合や養生方法によらず吸水時の内部含水率変化の最大値によって定まることがわかった。

図-5に20℃と40℃環境下における、内部含水率の経時変化を示す。ここで、供試体の温度が安定してから測定を開始するため、乾燥開始から1日経過後を始点とした。20℃での乾燥に比べて40℃で乾燥させる場合、内部含水率は早期に低下する傾向にある。例えば(a)において50Pをみると、20℃もし

しくは40℃で4週間乾燥させた時の内部含水率の減少はそれぞれ約1%、約2%となっている。このことから、夏場などの高温環境下では乾燥が早くなり、乾燥と湿潤のサイクルが早まることが予想され、より多くの新鮮な水や空気がコンクリート中に供給されると考えられる。また、40℃における深さ30mm、50mmの内部含水率の変化は、20℃における深さ10mmでの変化以上となっており、温度環境の違いが深さ方向の内部含水率に影響することがわかった。

4. まとめ

コンクリートは表面に近いほど水分を吸収しやすく乾燥しやすい傾向がある。水分浸透性状に関して、表面から10mm程度においては、養生方法による影響が大きく、50mm程度の比較的深部においては配合による影響が大きい。それに対し逸散性状は配合や養生方法によらず吸水時の内部含水率の変化の最大値に影響される。また、20℃と比べて40℃環境下では乾燥しやすく、深さ方向への影響が大きい。

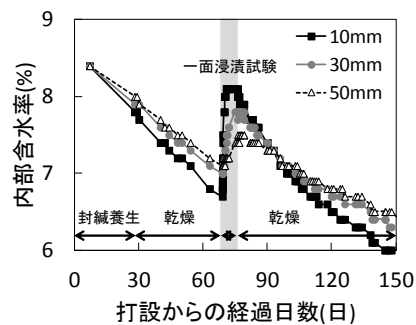


図-2 内部含水率測定例

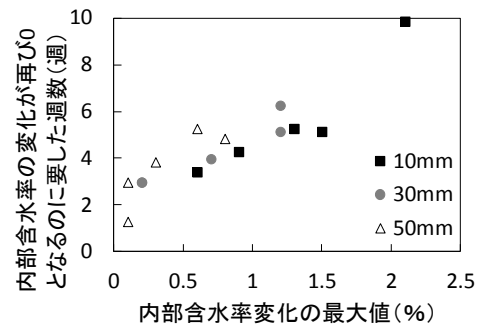
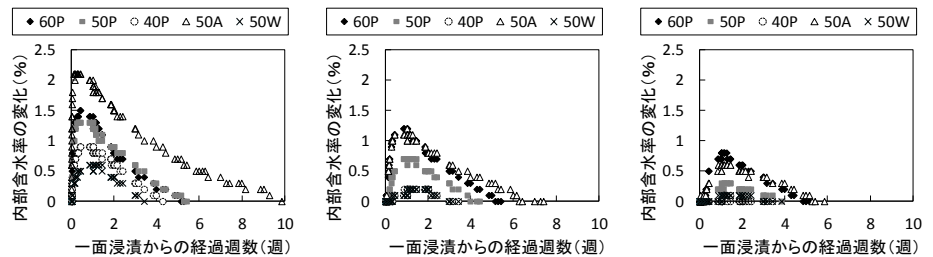
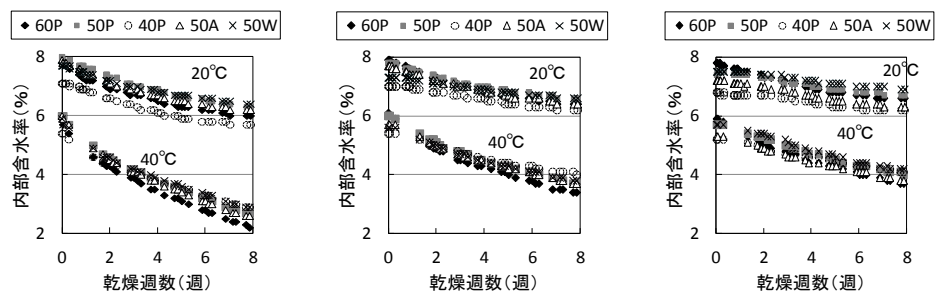


図-4 内部含水率の変化と乾燥に要する時間



(a) センサー深さ10mm (b) センサー深さ30mm (c) センサー深さ50mm

図-3 各センサー深さにおける経過週数と内部含水率の変化



(a) センサー深さ10mm (b) センサー深さ30mm (c) センサー深さ50mm

図-5 各センサー深さにおける20℃と40℃環境下での内部含水率