

養生条件がコンクリートの水分浸透性状に与える影響と評価方法の一検討

徳山工業高等専門学校 正会員 ○温品達也
 徳山工業高等専門学校 正会員 三原優大
 鹿島建設株式会社 正会員 芦澤良一
 鹿島建設株式会社 正会員 渡邊賢三

1. 背景と目的

2017年の土木学会コンクリート標準示方書改定において、設計編の耐久性照査に水の浸透に伴う鋼材腐食が追加され、より合理的な耐久性照査の手法が示された。併せて、水分浸透速度係数を検証する JSCE 試験案が考案された。本実験では、養生条件がコンクリートの耐久性に与える影響を耐久性照査において、適切に検証することを目的に、養生条件と水分浸透性状の関係を検証した。

2. 実験概要

本実験には表-1 に示す材料および表-2 に示す配合のコンクリートを用いた。実験は表-3 に示す条件にて行い、①シリンダは JSCE-G 582-「短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法(案)」に準拠して試験体を作製した。コンクリートのフレッシュ性状は、スランプを $12 \pm 2.0\text{cm}$ 、空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ で管理した。試験体は、型枠取外し後に $20^\circ\text{C} \cdot \text{R.H.}60\%$ の室内に静置し、各種養生完了後に同室内で 91 日間乾燥させ、底面を 25mm 分乾湿カットし、カット面を水に浸せきさせて、 $5 \cdot 24 \cdot 48$ 時間における、浸水深さを測定した。

②ブロックについては、養生効果を精密に検証可能な実験方法の探索を目的に、①シリンダ(JSCE 規準案)とは若干異なる実験方法を採用した。具体的には、養生の効果は表層部分に大きいと考え、浸せき直前の試験対象面のカットを行わずに、 100mm 角ブロックの側面を浸せきして浸水深さを測定した。

さらに、現場での検討として、実橋脚の一部の封緘養生を 28 日まで延長し、同時に現場封緘試験体を作製して①シリンダと同じ試験に供し、他の封緘 7 日養生橋脚との照査式に基づく耐用年数比較を実施した。

キーワード：養生、水分浸透速度係数、耐久性、高炉セメント B 種、橋脚

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 土木建築工学科 TEL 0834-29-6327

表-1 コンクリートの使用材料

材料	記号	種類	摘要
セメント	C	N	普通ポルトランドセメント 密度： $3.14\text{g}/\text{cm}^3$ 比表面積： $3340\text{cm}^2/\text{g}$
		BB	高炉セメント B 種 密度： $3.04\text{g}/\text{cm}^3$ 比表面積： $3900\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	S	砂岩砕砂	表乾密度： $2.70\text{g}/\text{cm}^3$
		石灰砕砂	表乾密度： $2.64\text{g}/\text{cm}^3$
		砂岩砕砂:石灰砕砂=50:50	
粗骨材	G	砂岩砕石	粗骨材最大寸法： 20mm 表乾密度： $2.79\text{g}/\text{cm}^3$
混和剤	AD	高機能 AE 減水剤	リグニンスルホン酸化合物 ポリカルボン酸エーテル

表-2 コンクリートの配合

試験体	セメント	W/B (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m^3)			
				水	セメント	細骨材	粗骨材
室内	N	54.8	44.7	170	310	822	1051
	BB	54.6	44.7	167	306 ^{*1}	822	1051
現場	BB	52.5	46.0	167	318	829	989

*1：高炉セメント B 種(高炉スラグ置換率 43%)

表-3 実験条件

試験体	試験体概要	浸透面	セメント	養生方法	養生期間 (日)
室内	①シリンダ ($\phi 100 \times 200\text{mm}$)	底面 カットあり	BB	封かん	7・14 28・91
	②ブロック ($\square 100\text{mm}$)	側面 カットなし	N, BB	封かん	5・7・14 28・91
				水中	14・28・91
現場	①シリンダ ($\phi 100 \times 200\text{mm}$)	底面 カットあり	BB	現場封かん	7・28

*養生期間 5 日は材齢 5 日で型枠を取外し

水中養生は材齢 7 日で型枠を取り外した

3. 実験結果

図-1 に①シリンダ底面(カットあり)および②ブロック側面(カットなし)の封緘養生日数と計算浸透深さ(48時間)の関係を示す。計算浸透深さは、実験によって得た水分浸透拡散係数 A および定数(切片 B)を用いて算出した。図より、シリンダおよびブロック両者ともに封緘養生期間の延長にともない、浸透深さが低減される傾向にあった。また、ブロック(カットなし)の試験体の方が養生の長期化による浸透深さの低減度が大きい傾向にあった。これは、試験体表面部分を残して浸水させたことにより、養生の影響をさらに高感度で検出できた可能性が示唆された。一方で、本実験は養生の要因数が多いことから試験体の n 数を 1 としたため、全体的な実験値のばらつきが大きくなっている。また、表層部をカットしない場合は、剥離剤や締固め方法が測定結果に与える影響が大きくなる可能性も考えられ、剥離剤を塗布しない新品の合板型枠を使用することや、締固め時における木づちでの型枠たたき回数を厳密に指定することなどの対策が望ましいと考える。

図-2 にブロック試験体における、N・BB それぞれの封緘ならびに水中で養生した際の養生日数と浸透深さを示す。セメント種や養生方法に関わらず、養生期間の延長に伴い、概ね浸透深さは低減する傾向にあった。セメント種類で比較すると、N よりも BB の水分浸透抵抗性は高く、湿潤養生期間の延長に伴う抵抗性の向上はより顕著であった。

図-3 に現場試験体より取得した水分浸透係数をもとに、 $W/C=52.5\%$ 、最小かぶり 35mm、かぶりの施工誤差 15mm として、鋼材腐食に対する耐用年数照査を実施した例を示す。本照査式は耐用年数 100 年以上を適用外としているものの、BB の一般的な養生条件である封かん 7 日に対し、材齢 28 日まで養生を延長した場合、耐用年数は約 1.7 倍となった。

4. まとめ

養生期間の延長により水分の浸透深さが低減され、試験体のカットを省略することにより、養生の影響をより感度高く測定できる可能性を見出した。N と比較し、BB の水分浸透抵抗性は高い傾向にあった。さらに現場橋脚における検証により 28 日の封かん養生で 5 日養生の約 1.7 倍の耐用年数が得られる照査結果となった。

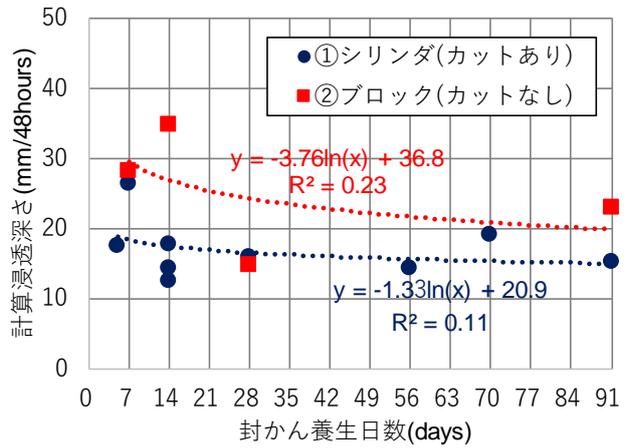


図-1 カット有無に着目した場合の封緘養生期間と水分浸透深さ

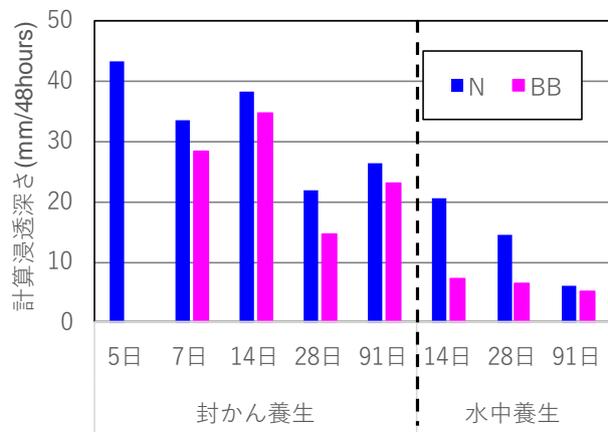


図-2 養生条件と水分浸透深さ(②ブロック)

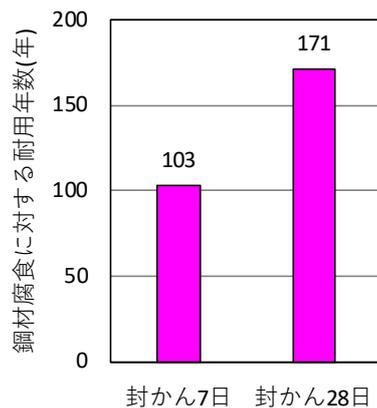


図-3 現場橋脚の検証に基づく養生期間を要因とした水の浸透に伴い鋼材腐食の耐用年数