

京都大学工学部 学生員 ○富田 貴大
 京都大学工学研究科 正会員 河野 広隆
 京都大学工学研究科 正会員 服部 篤史

1. はじめに

コンクリートのひび割れにおける自然治癒現象を構造物の設計段階や維持管理の方針決定に対して考慮できれば、許容ひび割れを大きく設定できるなど、場合によってはコンクリート構造物の低コスト化を実現することが可能である。そのためには、治癒が生じるまでの期間、治癒が生じやすい環境などの要因を明らかにすること、および耐久性・コストへの効果を定量的に解明する必要がある。本研究では、自然治癒現象を初期および一年材齢の供試体において解明することを目的とし、コンクリート供試体の様々な条件下の治癒深さの測定を行った。

2. 実験概要

表1に示すように、ひび割れ導入時期、セメント種類、水セメント比、水分供給条件、導入ひび割れ幅および養生期間を要因とした。ひび割れ導入時と水分供給条件下での養生後のひび割れ深さの差を「治癒深さ」とし治癒の効果を評価した。

表1 実験要因

ひび割れ導入時期	初期材齢, 一年材齢	
セメント	普通セメント	高炉スラグ置換
W/C(%)	40,50,60	高炉W/B50
水分供給条件	水中養生, 乾湿繰返し養生, 気中養生	
導入ひび割れ幅(mm)	0.3, 0.6	
養生期間(月)	1, 3(水中, 乾湿繰返しのみ), 6	

※乾湿繰返し養生：水中2日＋気中3日

2.1 使用材料

コンクリートの示方配合を表2に示す。粉末度4000の高炉スラグ微粉末で置換した配合も用いた。

表2 コンクリートの示方配合

セメント	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	高炉スラグ微粉末	S	G	AE減水剤 (cc/m ³)
普通セメント	40	47	185	463	-	790	891	1156
	50	49	185	370	-	862	898	925
	60	51	185	308	-	925	888	771
高炉スラグ置換	50	49	185	185	185	862	898	925

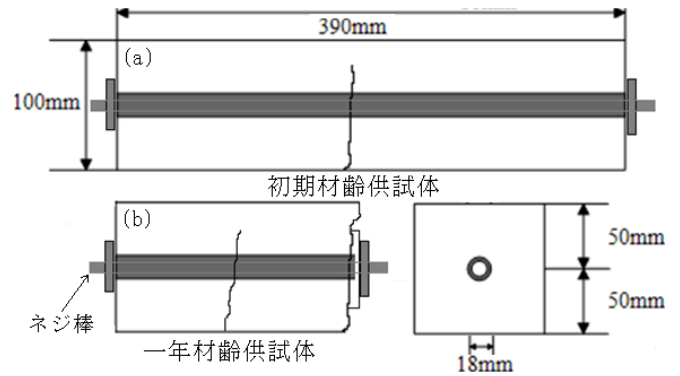


図1 供試体の形状・寸法

2.2 実験方法

供試体の形状・寸法を図1に示す。初期材齢では図1(a)、一年材齢ではその半片(b)を用い、ひび割れ幅制御のため埋込み塩ビ管を介してネジ棒で拘束しながら載荷しひび割れを導入した。ひび割れの導入およびその後の水分供給条件下での養生は、図2に示す工程で行った。

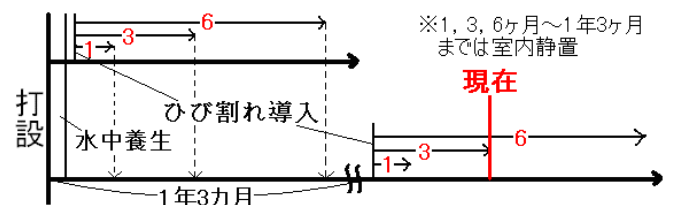


図2 ひび割れ導入時期と養生期間

「治癒深さ」を求めるために、治癒前後のひび割れ深さを測定した。治癒前はひび割れ側面の平均値(図3)を、治癒後はそのひび割れに赤色アクリル絵の具をひび割れ下縁から流し込んだ後、ひび割れ



図3 治癒前ひび割れ深さ

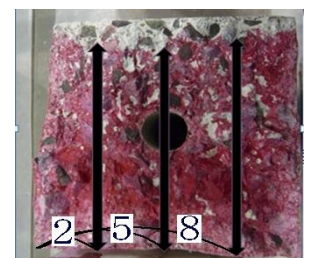


図4 治癒後ひび割れ深さ

断面について、側面から 2, 5 および 8cm の線上の染まった長さの平均値をひび割れ深さとした(図 4).

3. 実験結果および考察

図 5 に普通セメントを用いた供試体のひび割れ幅と治癒した深さの関係を示す. 治癒物質が期間に比例して生じたと仮定するとひび割れ深さはひび割れ幅の 1/2 乗に反比例する. 一カ月養生についてその回帰曲線を水中養生と乾湿繰返し養生に区分して示した. ひび割れ幅が小さくなるほど治癒深さが大きくなっている. このことは初期材齢と一年材齢ともに言える. また水中養生のほうが乾湿繰返し養生よりも, 初期材齢のほうが一年材齢よりも治癒深さが大きくなる傾向にあった. そして全ての気中養生において治癒は見られなかった. 初期材例では, 水中養生と乾湿繰返し養生の 1, 3 カ月それぞれの平均で見たとき W/C が大きくなるほど治癒が小さくなる傾向があったが, 一年材齢ではその傾向は見られなかった.

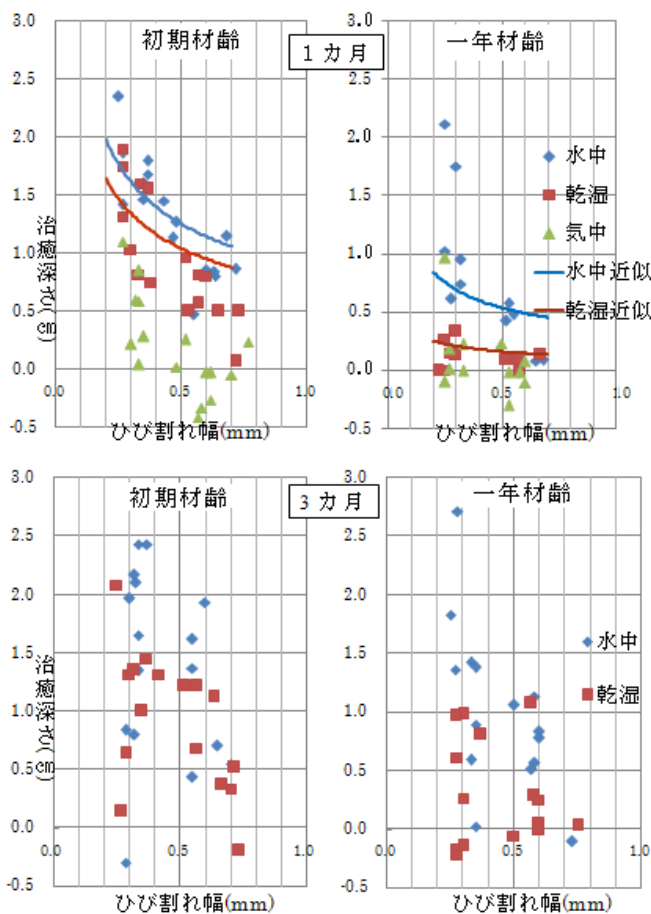


図 5 導入ひび割れ幅と治癒した深さの関係

図 6, 図 7 にそれぞれ普通セメントと高炉スラグ置換の治癒深さの経時変化を示す. 高炉スラグ置換では初期材齢の 1 カ月後に治癒が生じたもののそれ以降の変化は少なかったが, 一年材齢では水中養生の 3 カ月で大きな治癒が見られた. これは普通セメントと傾向の異なるものであった. 高炉セメントは未水和セメント量が少ないこと, 表面からの治癒の進行が普通セメントよりも早いことが考えられる.

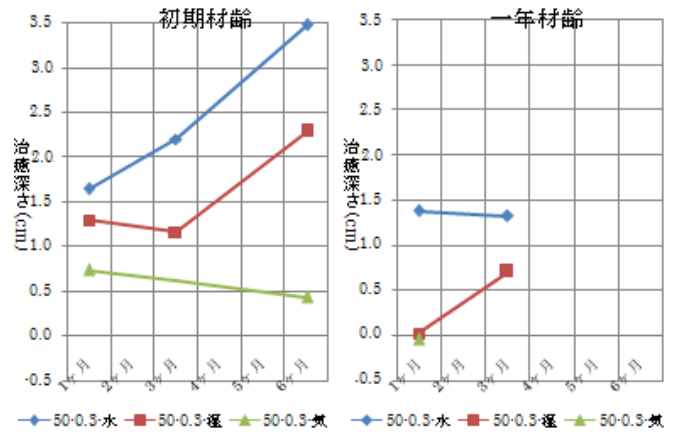


図 6 普通セメント W/C50-ひび割れ幅 0.3mm

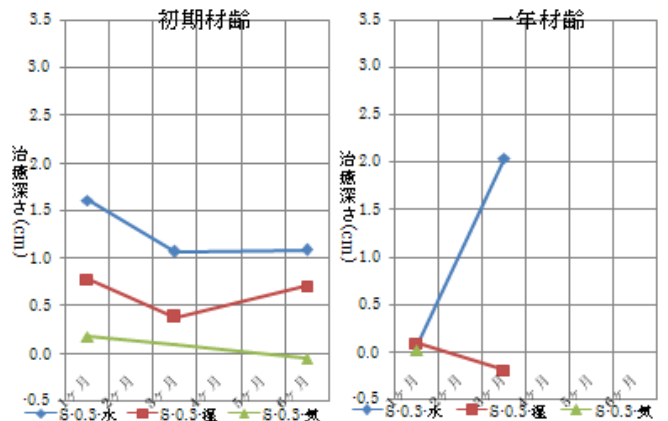


図 7 高炉スラグ置換-ひび割れ幅 0.3mm

4. まとめ

1. 自然治癒には水分が必須であり, 水分供給量が多いほど治癒深さが大きい. 気中養生では治癒は見られなかった.
2. 治癒深さを大きくするためには, 影響の大きい要因順に, ひび割れ幅を小さくすること, 水分供給までの材齢を短くすること, 未水和とセメント量を多くすることが有効である.