

第V部門 コンクリートの自己治癒能力に関する研究

京都大学工学部	学生員	○三笹 修司
京都大学大学院工学研究科	正会員	河野 広隆
京都大学大学院工学研究科	正会員	大島 義信

1. はじめに

コンクリートに発生するひび割れは、材料・配合によるもの、施工方法によるもの、打設後水和熱や乾燥収縮等によるもの、および供用期間中、外力によるものや構造的なもの、凍結融解作用やアルカリ骨材反応等によるもの等に分けられる^[1]。しかし、ひび割れはこの中のひとつの要因により起こるわけではなく、さまざまな原因が複雑に絡み合っている。そのため、予めひび割れ対策を施したコンクリートであっても予期せぬひび割れが生じてしまうことがあり、ひび割れの発生を完璧に防ぐのは不可能に近いといえる。いったんひび割れが生じてしまうと、鉄筋コンクリートのひび割れは鉄筋腐食の大きな誘発要因となり鉄筋コンクリート構造物の耐久性を損なう恐れがある。

しかし、コンクリートには炭酸カルシウムの析出によりひび割れが埋まる効果があるとされている。そこで、本研究ではコンクリートのひび割れが埋まる現象とその条件を明らかにする。

2. 実験概要

2.1 供試体

炭酸カルシウムの生成には水と二酸化炭素が必要である、そのため実験ではひび割れ部に対し、空

気および水が供給されるように乾湿の繰り返しにより実験を行った。供試体は10 cm×10 cm×39 cmのモルタル供試体で、曲げひび割れ制御のため、中央に外径18 mm、内径12 mm塩化ビニル管を配置した。セメントは早強セメントを用いたモルタルと、普通セメントを用いた高流動モルタルを使用した。養生は水中養生で、養生期間は1週間とした。表1に実験に使用したモルタルの示方配合を示す。写真1に実際に使用した供試体を示す。

表1 示方配合

区分	W/C (%)	単位量(kg/m ³)			混和剤 (cc/m ³)	打設日 (年/月/日)	圧縮強度 (MPa)
		W	C	S			
早強	50	313	630	1260	141.75	2006/11/21	73.5
普通, 高流動	40	362	905	902	9250	2006/11/27	61.9



写真1

2.2 ひび割れの導入・養生サイクル

養生終了後、中央の塩ビ管にボルトを通し、3等分点載荷を行い、ひび割れを生じさせる。試験はひび割れを生じさせた供試体を、2日間水道水に浸漬、3日間乾燥を1サイクルとした乾湿繰り返しを行う。一部の供試体はひび割れを生じさせた後、水中に浸漬したままの状態で行った。試験は1, 2, 4, 8サイクル行い、サイクルごとに乾湿の供試体を1体、水中の供試体を1体使用した。

2.3 評価方法

試験後のひび割れ深さと、予め調べておいたひび割れ深さとを比較し、どの程度の深さ埋まったかを調べる。また、サイクル、セメントの違いや乾湿と水道水に浸漬した状態のままのもので差が出るかを調べる。

ひび割れ深さの測定方法は、試験前のものについては、ひび割れを生じさせた際に側面をアセトンで拭きひび割れをマジックでなぞり両側面の平



写真2

均をひび割れ深さとした。試験後のものは、ひび割れに絵の具を入れ、割裂し、絵の具で着色したところまでをひび割れ深さとした。測定場所は打設面から2, 5, 8 cmのところとし、その3点の平均とした。写真2に試験後の供試体を示す。

3. 実験結果

図1, 図2に実験の結果を示す。図1に示すようにサイクル、セメントによる違いは出なかった。図2に示すように水中と乾湿繰り返しでは、水中に浸漬したままの状態の供試体のほうがより埋まっていた。水中の方がより埋まった理由としては、打設後の養生期間中は11月下旬であり養生水の温度が低く(11月の京都の平均気温13.3°C^[2])、また養生期間が一週間であったため、セメントの水和反応が完全に終了しておらず、試験中も水和反応が継続して起こったためだと考えられる。実際、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメントを使用した場合の日平均気温別の湿潤養生期間の標準値は表2のようになり^[3]、普通セメントに関しては水和反応が完了していなかったと考えられる。そのため、現時点ではセメントによる差は見られないが、同程度のひび割れ幅のものを比較した際、普通セメントを使用した供試体のほうがより埋まっている可能性がある。

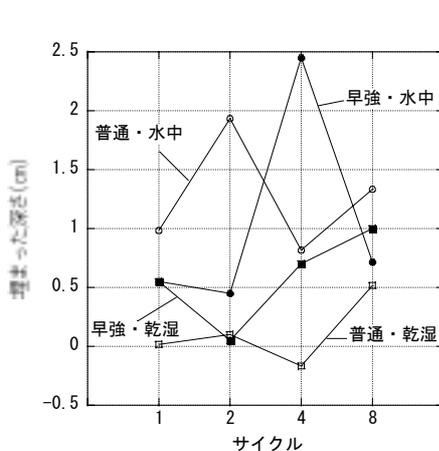


図1 埋まった深さとサイクルの関係

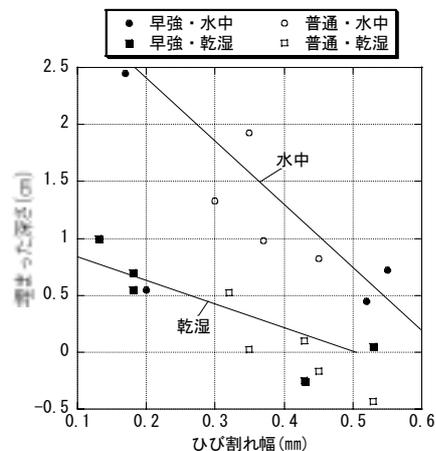


図2 埋まった深さとひび割れ幅の関係

表2 日平均温度別標準養生期間

日平均気温	普通ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント
15°C以上	5日	3日
10°C以上	7日	4日
5°C以上	9日	5日

4. まとめ

8サイクルまでの試験ではひび割れが埋まっていた。乾湿と水中浸漬では水中浸漬の供試体のほうがより埋まっていた。期間よりもひび割れ幅の影響の方が大きい。初期ひび割れの場合、ひび割れが生じた場合でもひび割れを湿潤状態に保てばひび割れの影響を軽減する可能性がある。

また、今後の課題として以下が挙げられる。予め調べておいたひび割れ深さより試験終了後のひび割れが深くなっている供試体があるので、より精確に深さを調べる手法を使用していく必要がある。ひび割れを生めた物質の成分を知るために、ひび割れ部の成分分析を行いたい。

参考文献

[1] 十河茂幸・河野広隆・和泉意登志・地頭菌博・牧保峯:コンクリートのひび割れがわかる本, pp.88, 2003.7.7.

[2] 気象庁:

<http://www.data.kishou.go.jp/meteo/cgi-bin/search.cgi?frame=0&graph=0&prefecture=26&observation=1&spot=47759&data=2&year=2006&month=11&day=00&mode=0>, 2007/02/02 アクセス.

[3] 土木学会:コンクリート標準示方書, 2002.