

養生条件が材齢初期にモルタルに発生したひび割れの修復に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 ○土居 優子 九州大学大学院 フェロー 松下 博通

九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 学生会員 尾上 幸造

九州大学大学院 学生会員 内藤 哉良

1. 背景および目的

近年、コンクリート構造物の早期劣化やかぶりコンクリートの剥落事故等が相次いで報告されており、これらの発生要因として、コールドジョイントや材齢初期に発生したひび割れなどの初期欠陥が考えられている。一方、既往の研究¹⁾において材齢初期に発生したひび割れは、コンクリート中に存在する未水和セメントの水和に伴い修復することが確認されている。このような背景を踏まえ、本研究においては材齢初期に発生したひび割れに着目し、養生方法を変化させたことによる修復量の違いについて明確にすることを目的とした。

2. 実験方法

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。供試体は JIS R 5201 に準じ、4×4×16cm のモルタル (W/C=50%, S/C=3) を作製した。

供試体は打設後 24 時間静置した後に脱型し、ひび割れ箇所を特定するため、深さ 1cm、幅 0.1cm の切欠きを湿式コンクリートカッターにより打設側面中央に導入し、その後所定の材齢まで養生を施した(第一養生)。図-1 に切欠き導入位置を示す。第一養生が終了した供試体は、3 点曲げ試験によりひび割れを導入し(第一載荷試験)、再度所定の材齢まで養生を施した(第二養生)。第一載荷試験においては、荷重が最大荷重を超えて低下し、ひび割れ肩口開口変位(以下、CMOD)が最大荷重時の CMOD より 0.01mm 大きくなった時点で除荷することにより、初期ひび割れの導入とした。第二養生終了後、再度載荷試験を行い、供試体を完全に破壊させた(第二載荷試験)。ひび割れを導入しない供試体は、切欠き導入後そのまま所定の材齢まで養生を施した後、載荷試験を行った。養生方法を表-1、各試験材齢の組合せおよび養生方法の表記方法を表-2 に示す。

3. 実験結果および考察

ひび割れ修復期間を設けた供試体の強度が、健全な供試体の強度と比較してどの程度まで回復したかを検討す

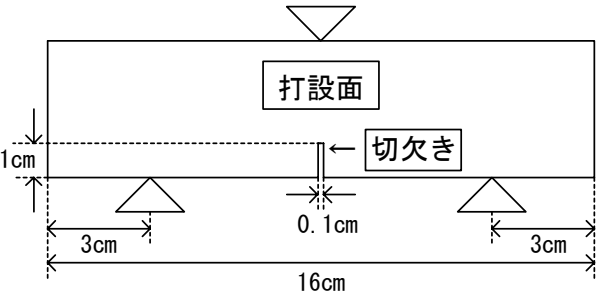


図-1 供試体形状

表-1 養生方法

	第一養生	第二養生
全期間気中	気中養生	気中養生
切替		水中→気中
全期間水中	水中養生	水中養生

表-2 各試験材齢の組合せおよび表記方法

第一載荷 材齢	切替なし	養生方法切替材齢				切替なし
	全期間気中	3日	7日	28日		全期間水中
	1-0-90	1-2-88	1-6-84	1-27-63		1-90-0
1日	○	○	○	○		○
3日	○	○	○	○		○
7日	○	○	○	○		○

(第二載荷材齢はすべて 91 日とし、○印を実験要因とする)

A-B-C A: 湿空養生期間(日)
 B: 水中養生期間(日)
 C: 気中養生期間(日)

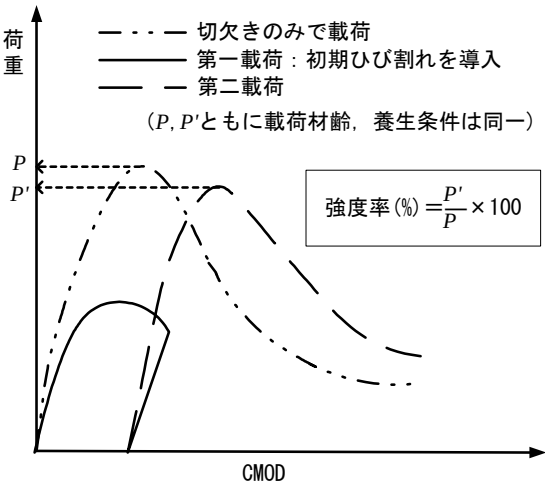


図-2 強度率の定義

キーワード 初期欠陥, 初期ひび割れ, 養生方法, 強度率

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL&FAX 092-642-3271

るため、強度率を図-2のように定義した。

各養生条件における材齢 91 日の第一載荷時の最大荷重 P を表-3 に示す。この結果、養生方法切替材齢が 3, 7, 28 日における P はほぼ同等であるのに対し、全期間水中養生および全期間気中養生を施した供試体は P が小さくなっており、特に気中養生を施した場合に顕著である。一般に載荷試験時に乾燥した供試体は含水率が高い供試体と比較して強度が大きいとされる²⁾が、全期間気中養生を施した場合には逆の結果となった。これは、全期間気中養生を施す場合、脱型直後から気中養生を施したため、供試体が乾燥することにより水和反応が阻害されるためと考えられる。

養生方法と強度率の関係を、第一載荷材齢別に図-3 に示す。第一載荷材齢 1 日では、全ての養生方法において同等となった。したがって、第一載荷材齢が 1 日の場合、ひび割れの修復程度に関して、養生方法を変化させたことによる影響はないと言える。これは、材齢 1 日と硬化のごく初期段階にひび割れを導入したため、ひび割れ導入直後に供試体内部に存在している水分量は、逸散する水分量を考慮に入れてもひび割れの修復に必要である量以上に残存しており、全期間気中養生を施した場合においても比較的高い強度率となったものと考えられる。全期間水中養生を施した場合と同程度であることより、最大限にひび割れが修復された結果と見なせる。一方、第一載荷材齢が 3, 7 日では、水中養生期間が長くなるにつれ強度率は上昇している。また、全期間気中養生を施した場合は第一載荷材齢が遅くなるにつれ強度率は低下しており、ひび割れの修復が困難になっている。一方、全期間水中養生を施した場合にはひび割れ導入材齢に関わらず強度率は 80%以上となっており、ひび割れ修復に対する水中養生の有効性が明らかとなった。ひび割れの修復はひび割れ近傍の未水和セメントの水和に起因するため、ひび割れ部に水が供給される期間が長い方が、またひび割れ導入時期が早い方が、ひび割れは修復しやすいと言える。

4. 結論

- (1)水中養生期間が長い方が、またひび割れ導入材齢が早い方が、ひび割れは修復しやすい。
- (2)ひび割れ導入材齢が遅くなるに従い、ひび割れ修復に長い水中養生期間を要する。

参考文献

1)松下博通ほか：初期ひび割れを導入したモルタルの強度回復特性，コンクリート工学論文集，Vol.14，No.1，pp.57-65，2003
2)岡島達雄：コンクリートの強度・ヤング係数と水分の関係，コンクリート工学，Vol.32，No.9，pp.20-24，1994.9

表-3 各養生条件における材齢 91 日の第一載荷時の最大荷重 P (kN)

載荷材齢91日		P (kN)	平均
養生方法切替材齢	3日切替	1.905	1.800
		1.825	
		1.670	
	7日切替	2.085	2.003
		2.075	
		1.850	
	28日切替	1.795	1.897
		1.825	
		2.070	
切替なし	全期間水中	1.630	1.577
		1.605	
		1.495	
	全期間気中	1.250	1.272
		1.300	
		1.265	

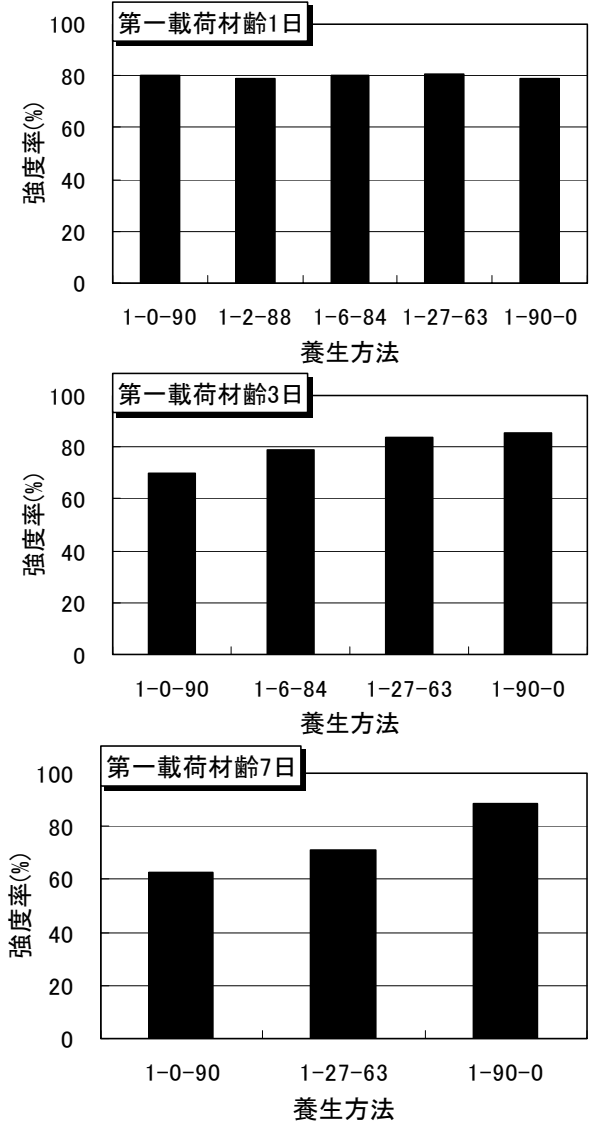


図-3 養生方法と強度率の関係