

# 冬期における脱型時期と養生シート材の使用が コンクリートの中酸化深さに与える影響

Effect of Form Removal Time and Curing Sheet on Carbonation Depth of Concrete in Winter

技術研究所 峯 竜一郎 RYUICHIRO MINE  
建築技術部 横山 徹 TORU YOKOYAMA  
建築生産計画部 松井 幸一郎 KOICHIRO MATSUI  
技術研究所 松田 拓 TAKU MATSUDA

冬期条件における、①脱型時期とコンクリートの中酸化深さの関係と、②脱型後に養生シート材を使用することによる中酸化抵抗性の改善効果について、促進中酸化試験により検討した。試験体は、5℃環境において封かんされた円柱供試体の両端面を所定の圧縮強度で解放することで、冬期における壁部材の施工を模擬した。その際一部の供試体において、解放された面に湿潤養生効果の期待できる養生シート材を所定の強度が発現するまで設置した。その結果、中酸化深さは脱型時の圧縮強度が低いと大きくなること、脱型後のコンクリート表面に養生シート材を設置することで、型枠を存置した場合と同等の湿潤養生効果を得られる可能性が示された。

キーワード：中酸化深さ，脱型時期，脱型時強度，養生シート材

Regarding environmental conditions in winter, (1) relationship between formwork existing period and carbonation depth and (2) effect of improving carbonation resistance by using curing sheet were investigated through the accelerated carbonation tests. Simulating actual construction of wall in winter, both end faces of sealed cylindrical specimens were stripped when the predetermined compressive strength was obtained under 5℃ environment. Furthermore, curing sheet was attached on the stripped concrete surface of some specimens until a predetermined strength was obtained. As a result, wet curing effect equivalent to the formwork existing could be available by attaching the curing sheet on concrete surface after demolding.

**Key Words:** Carbonation Depth, Removal Time, Compressive Strength at Removal, Curing Sheet

## 1. はじめに

コンクリート打設後の湿潤養生期間は品質を確保するため、重要な工程となる。実際の施工においては、壁や柱などの鉛直部材の型枠を取り外した後の湿潤養生は所定の期間もしくは強度が発現するまで型枠を存置する事で行われる場合が多い。

本実験は、強度発現が遅くなる冬期を想定し、強度レベルの異なる2種類のコンクリートに対して、①型枠の脱型時期の違いおよび、②脱型後に養生シート材を使用した場合にコンクリートの中酸化深さに与える影響を確認することを目的とした。

また、型枠脱型後にコンクリートに取り付けることで

湿潤養生効果が期待できる養生シート材の性能を実験により確認した。

## 2. 実験概要

### (1) 使用材料と試験体作製方法

使用材料を表-1に、調合条件を表-2に示す。水セメント比(W/C)は普通強度を想定した50.0%と高強度を想定した38.8%の2種類とした。

コンクリートの練混ぜ手順は、セメントと細骨材をミキサ内に投入し、30秒間空練りした。その後、水と化学混和剤を投入し60秒間練混ぜた。最後に粗骨材を投入し、90秒間練混ぜ、コンクリートを作製した。なお、練混ぜ

の実施は冬期を想定し5℃ 40%RH環境で実施した。

試験体は和泉らの研究を参考に、厚さ200mmの壁部材の条件を模擬した形状である。具体的には、内径100mmの硬質ポリ塩化ビニル管（以下、塩ビ管と略す。）を高さ200mmに切断した中にコンクリートを打設し、その両端（壁面を想定）にラップフィルム+鋼板を配置したものである。

試験体の製造時は、鋼板にラップフィルムを敷いた上に塩ビ管を立てて、コンクリートを打設した。コンクリートの打設後、打設面に速やかにラップフィルムを取付けてビニルテープで固定後に、鋼板を設置し、両端の鋼板を全ネジ鉄筋と蝶ネジにより締め付けた。その後、試験体を速やかに横向きに寝かせて養生した。

(2) 中性化促進開始までの養生方法

試験体作製後、図-2に示す水準で中性化促進試験開始まで養生した。脱型時期が水準のものは、同様に養生した円柱供試体で所定の圧縮強度を確認した後に試験体側面の鋼板を取り外し、材齢4週まで5℃ 40%RHの環境で気中養生とした。養生シート材を水準としたものは、圧縮強度が5N/mm<sup>2</sup>以上発現したことを確認後、側面の鋼板を取り外し、養生シート材を取り付け、封かん養生とした。その後、所定の圧縮強度を確認した後、側面の養生シート材を取り外し、材齢4週まで5℃ 40%RHの環境で気中養生とした。中性化促進試験条件は温度20±2℃、相対湿度60±5%RH、CO<sub>2</sub>濃度5±0.2%とし、中性化深さの測定は4、8、26週とした。

(3) 養生シート材の湿潤養生効果

養生シート材は、本実験に先立ち、湿潤養生効果を確認した。W/C=53.0%のコンクリートをブリキ製の容器（115×115×45mm）に打設し、上面にラップをかけた封かん養生としたものを、18h後に気中に解放させたものと、18h後に上面のラップフィルムを外して養生シート材を取り付けたものの質量減少率を比較した。図-3

に示すように、養生シート材を使用したコンクリートの質量減少率は、乾燥開始から7日後においてもほとんど変化していない。すなわち、養生シート材は水分の逸散を防ぐことができ、湿潤養生効果があると推察される。なお、コンクリートへの付着性も良好であり、壁や柱などの鉛直部材への取り付けが可能であった。

表-1 使用材料

記号	名称	種類	物性等
W	水	上水道水	密度：1.00g/m <sup>3</sup>
C	セメント	普通ポルトランドセメント	密度：3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積：3290cm <sup>2</sup> /g
S	細骨材	硬質砂岩砕砂	密度：2.62g/m <sup>3</sup> 吸水率：1.24%
G	粗骨材	砕石2005(硬質砂岩)	密度：2.62g/m <sup>3</sup> 実積率：62.1%
AE	化学混和剤	AE減水剤 <sup>※1</sup> 高性能AE減水剤 <sup>※2</sup>	ポリカルボン酸系

※1：W/C=50.0%に使用 ※2：W/C=38.8%に使用

表-2 コンクリートの調査条件

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				スラン プ (cm)	目標 空気量 (%)
		W	C	S	G		
50.0	45.7	185	370	778	956	18	4.5
38.8	44.7	185	477	723	923	21	

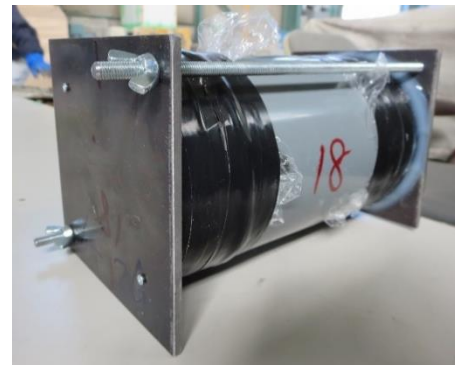
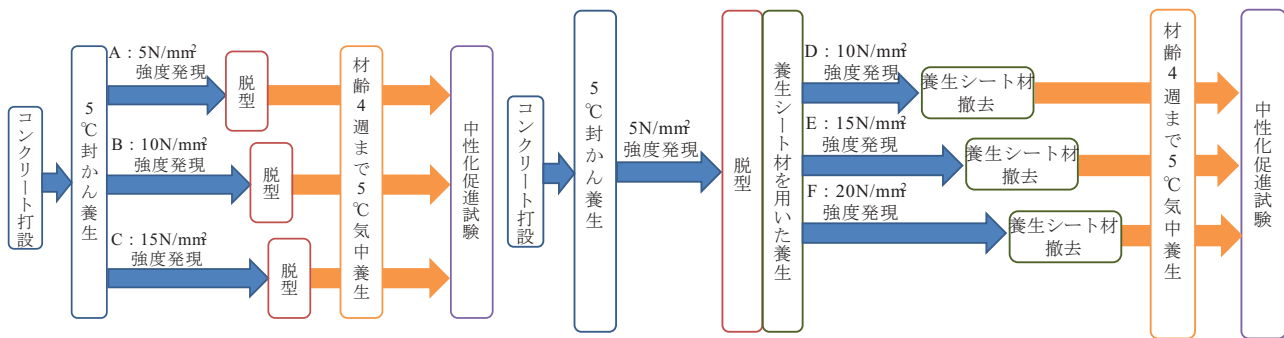


図-1 試験体概要



(1) 脱型時期が水準の場合

(2) 養生シート材が水準の場合

図-2 中性化促進試験開始までの試験体の養生方法

### 3. 実験結果

型枠脱型時および材齢28日の圧縮強度を図-4に示す。  
 W/C=50.0%は概ね所定の強度で脱型，養生を実施できたが，W/C=38.8%は所定の強度よりも若干高い強度での脱型，養生となった。促進中性化試験結果を図-5に示す。  
 図中には次に示す(1)式を用いて測定結果を回帰した結果も併せて示した。

$$X = a\sqrt{t}$$

ここに、X：中性化深さ (mm)

a：中性化速度係数 (mm/√週)

t：促進試験期間 (週)

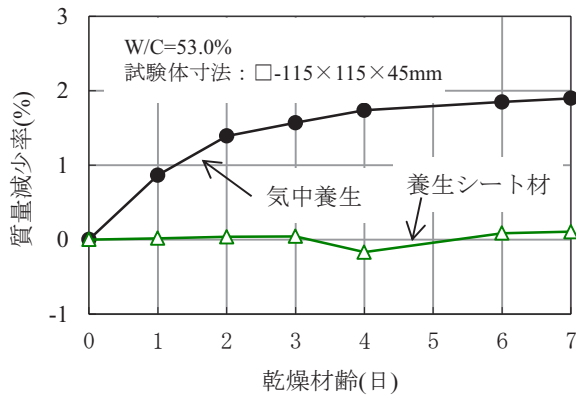


図-3 乾燥材齢と質量減少率の関係

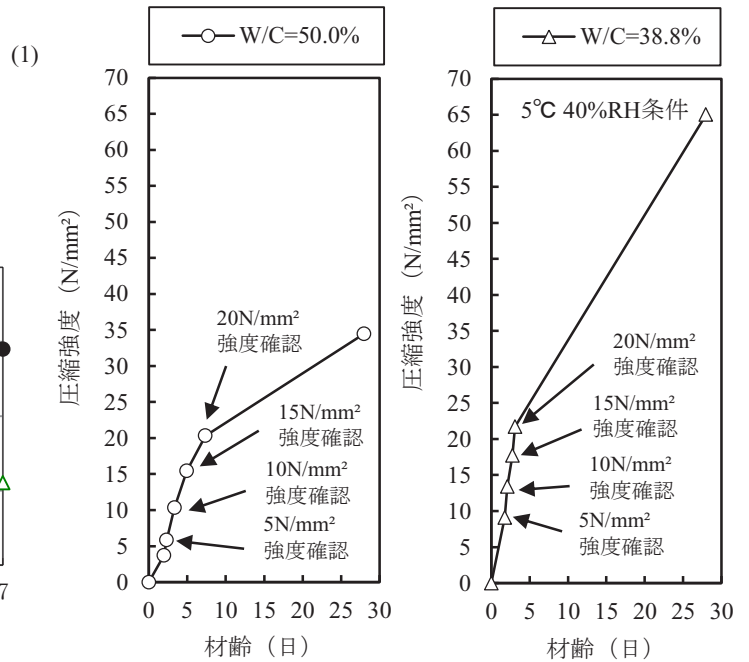


図-4 材齢と圧縮強度の関係

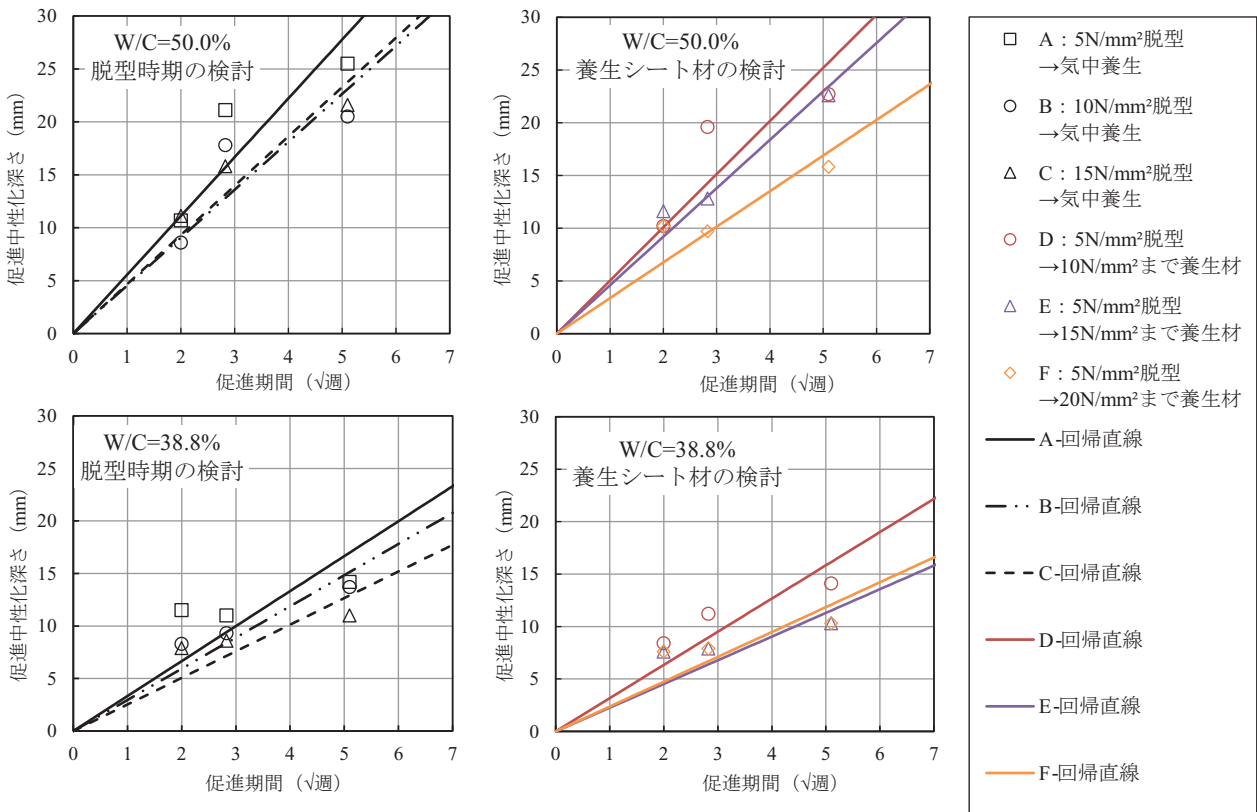


図-5 中性化促進試験結果

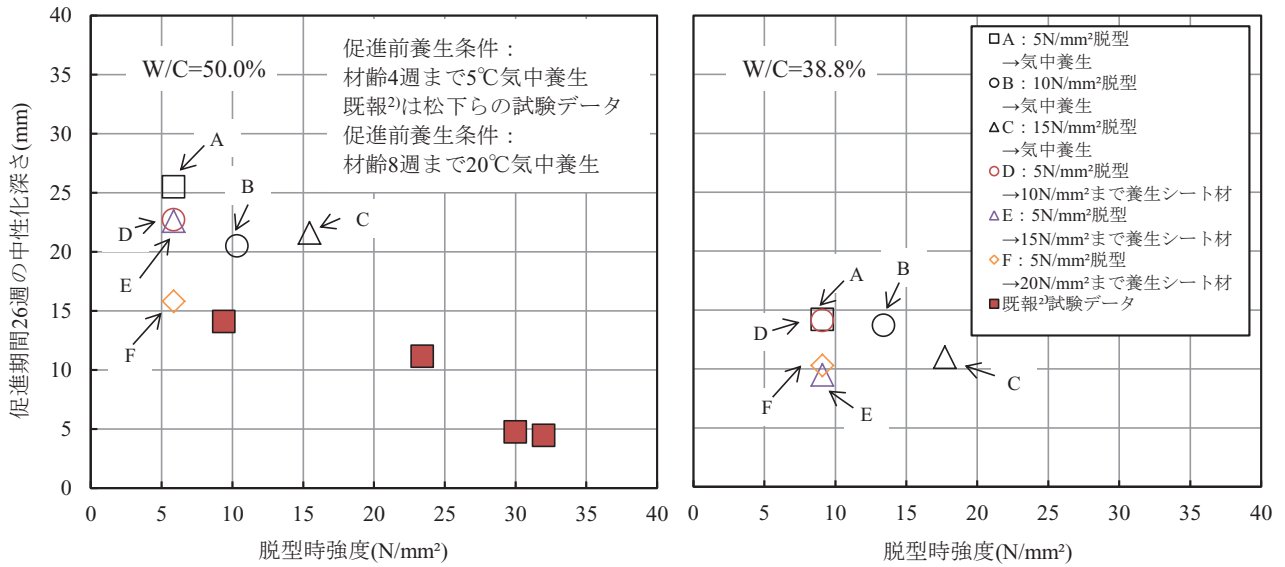


図-6 脱型時強度と促進期間26週の中性化深さの関係

脱型時強度と促進期間26週の中性化深さの関係を図-6に示す。図中には松下ら<sup>2)</sup>の試験データ（促進前養生条件：材齢56日まで20℃ 60%RH 環境で養生後、促進中性化試験）も併せてプロットした。W/C=50.0%を見ると、脱型時強度が高くなるほど、中性化深さは小さくなる傾向が見られた。脱型時強度が同等であるBとN-50<sup>2)</sup>を比較すると、Bの中性化深さが大きくなった。文献<sup>2)</sup>において、W/C=50, 55, 60%のコンクリートについて中性化促進試験までの養生環境を①5℃ 40%RH, ②20℃ 60%RH, ③30℃ 70%RHの3水準とし中性化深さが確認されている。中性化深さはW/Cの違いによらず①>②>③の順に大きくなる結果となっている。このことから、BとN-50<sup>2)</sup>の中性化深さの違いは促進中性化試験前の養生環境の違いによるものと推察される。

養生シート材を用いた試験体（D, E, F）については、5N/mm<sup>2</sup>で脱型し、気中養生としたAよりも中性化深さは小さくなった。また、養生シート材を取り付ける期間が長いほど中性化深さは小さくなり、20N/mm<sup>2</sup>まで養生シート材を用いたFの中性化深さは15N/mm<sup>2</sup>で脱型し気中養生としたCの中性化深さより明らかに小さくなった。

W/C=38.8%を見ると、W/C=50.0%と同様に、脱型時強度が高くなるほど中性化深さが小さくなる傾向が見られた。15N/mm<sup>2</sup>で脱型したCと15N/mm<sup>2</sup>まで養生シート材を用いたE、20N/mm<sup>2</sup>まで養生シート材を用いたFを比較すると、中性化深さは同程度となった。W/Cの違いによらず、養生シート材を所定の強度まで取り付けることで、型枠存置と同等の湿潤養生効果が得られる可能性を得た。

#### 4. まとめ

冬期における脱型時期および養生シート材の使用がコンクリートの中性化深さに与える影響について本実験の範囲で、以下の知見を得た。

- (1) W/Cが高くなると、中性化深さは大きくなった。
- (2) W/Cの違いによらず、脱型時強度が低くなると中性化深さが大きくなる傾向を示した。
- (3) 型枠脱型後に養生シート材を用いて所定の強度まで養生することで、型枠存置と同等の湿潤養生効果が得られる可能性を得た。

#### 参考文献

- 1) 和泉ほか：せき板の存置期間および初期養生が構造体コンクリートの品質に及ぼす影響に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集，No.449,pp.35-45, 1993.7
- 2) 松下ほか：高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの脱型時期が中性化抵抗性に及ぼす影響，日本建築学会梗概集（近畿），pp.335-336,2014.9