

高炉セメントC種コンクリートにおける有機-無機複合型塗膜養生剤の養生効果の検討

芝浦工業大学 工学部

伊代田岳史

○小倉渉

電気化学工業(株) セメント・特混研究部

盛岡実

奥山康二

1. 背景・目的

地球温暖化防止を考えるとセメント製造に関してCO₂排出量削減などの環境負荷低減が求められている。そのため、高炉セメントの中でも環境負荷低減効果が大きい高炉セメントC種（以下BCと記す）を利用する意義は大きい。しかし、高炉スラグ微粉末（以下BFSと記す）の置換率が60～70%と高いBCは、普通ポルトランドセメント（以下Nと記す）や高炉セメントB種（以下BBと記す）と比べて初期強度発現や中性化などの耐久性が劣るため長い養生期間を要する。

養生には型枠存置や養生シートなどによるものがあるが長期間の設置は施工上困難である。そこで、養生期間を短縮する目的で塗膜養生剤が用いられることがある。中でも有機-無機複合型塗膜養生剤（以下CPと記す）はNやBBで様々な研究が進められ強度や耐久性の向上などの養生効果の実績がある。しかし、BCに適用された例はなくBCにおけるCPの養生効果は明らかにされていない。

そこで、本研究ではBCの有効利用の足がかりとしてBCにおいてCPを塗布した養生と様々な養生条件の圧縮強度と中性化促進試験を行い、その比較からCPを塗布したときの養生効果を把握し養生期間の短縮効果の可能性を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 試験概要

コンクリートの配合は単位水量172kg/m³、W/C55%とし、セメントはNとBFS置換率がそれぞれ40%、70%のBB、BCを使用した。養生条件を表1に示す。脱型時期はセメント種類によるCPの効果と比較するためN、BBでは1日脱型のみとし、養生条件による比較をするためにBCでは1、3日脱型とした。養生方法は、気中（温度20℃、RH60%）、CPを規定量150g/m²をコンクリート全断面に塗布した塗膜養生、水分を供給する水中養生とした。

試験はJISに従い、圧縮強度は材齢7、28、91日に測定した。中性化促進試験は100×100×400mmの試験体を使用し材齢1、2、4週に測定した。

表1 養生条件

養生条件		材齢(日)				
		1	3	5	7	28
N、BB	1日脱型	気中	脱型	→		
	塗膜	塗膜		→		
	水中	水中		→		
BC	3日脱型	気中	型枠存置	→		
	塗膜	塗膜		→		
	水中	水中		→		

→ 気中 → 塗膜 → 水中 → 封緘

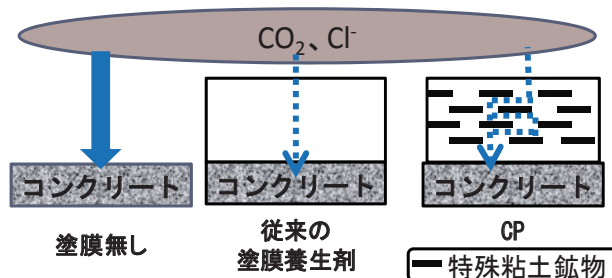


図1 CPの概要

2.2 CPの概要

本研究で用いるCPの概要を図1に示す。CPはアクリル系重合体に特殊粘土鉱物を複合した分散系溶液で、特殊粘土鉱物が膜内で重なって配置される。図に示すように塗膜がない場合や従来の塗膜養生剤よりも物質が膜内を透過する際の移動を妨げる効果が高くなっている。そのため、CPには保湿効果や外部からCO₂などの物質が入りにくいため耐久性を向上させる効果がある。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度試験

図2に各養生条件の圧縮強度を示す。セメント種類に関係なく塗膜養生した圧縮強度は水中養生したものより低く気中養生したものより高くなった。これは、水分を供給する水中養生ほどではないが、CPの保湿効果により水分の逸散が防がれたため、乾燥環境の気中養生より高い強度になったと考えられる。

塗膜養生した結果をセメント種類ごとにみると、Nにおいて7日から28日までの強度は水中養生したものと同程度となり、28日から91日までの強度増加は気中養生したものと同程度になった。BBにおいて7日から91日までの強度増加は水中養生したものよりは小さいが気中養生したものと比べると著しい増加が認められた。この傾向は3日脱型のBCの結果でも認められた。1日脱型のBCにおいて7日からの強度増加は水中養生したものと比べて著しく小さく、特に28日強度では気中養生した強度との差が他のセメントと比べて小さかった。以上の結果から考察すると、CPによる養生の効果は気中養生したものとの差が大きいBBにおいて高く、気中養生したものとの差が小さい1日脱型のBCには小さかったと考えられる。また、BBと同様の結果となった3日脱型のBCにおいてもCPによる養生の効果が大きく影響したことから、BCにおいて1日のような早期脱型にCPを塗布しても養生効果は小さく、3日程材齢が進んで脱型したBCにCPを塗布すると1日脱型のBBに塗布した場合と同様の養生効果が得られたと考えられる。

3.2 中性化促進試験

図3に各養生条件の中性化深さの経時変化を示す。セメント種類に関係なく塗膜養生したものは他の養生条件に比べて中性化抑制効果が認められた。しかし、NとBB、BCの1日脱型して塗膜養生した結果を比較すると、Nは全く中性化していないのにも関わらずBB、BCでは中性化が認められた。また、塗膜養生した中性化深さはN、BB、BCの順に大きくなっていることが分かる。これは、セメント種類の中性化に対する耐久性能の差によるものだと考えられる。また、中性化しやすいBCで気中養生したものと塗膜養生したものとの差が大きく出たことから、CPによる中性化抑制はBCにおいて効果があったと考えられる。

次に、Nの塗膜養生したものとBCの3日脱型の塗膜養生した結果を比較すると同程度の中性化深さであることが分かる。以上の結果から考察すると、1日のような早期に脱型したものにCPを塗布したときの中性化抑制効果は小さく、3日程材齢が進んで脱型したBCに塗布することで1日脱型のNに塗布した場合と同様の中性化抑制効果が得られたと考えられる。

4. まとめ

BCにCPを適用した結果を以下に示す。

- 1) CPを塗布すると保湿効果によりセメント種類に関係なく気中養生したものより高い強度となる。また、BCにおけるCPの効果は1日のような早期脱型では小さく、3日程材齢で塗布することで1日脱型したBBに塗布したときと同様の養生効果があった。

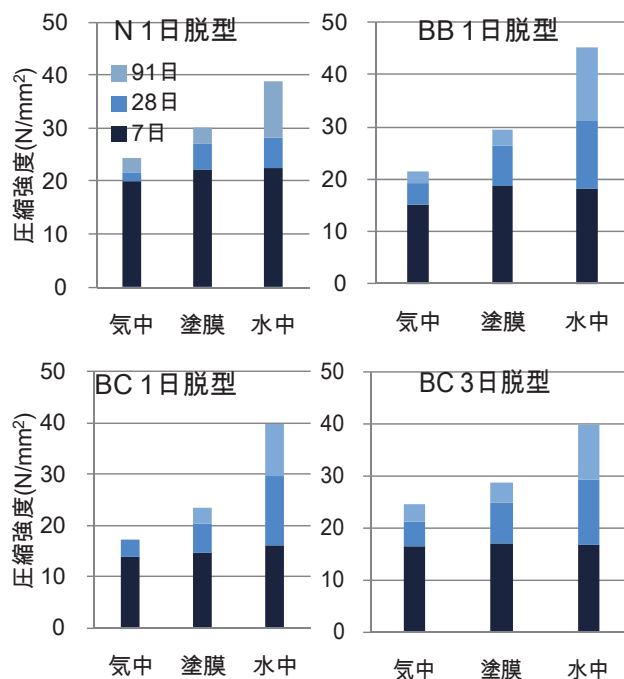


図2 各養生条件の圧縮強度

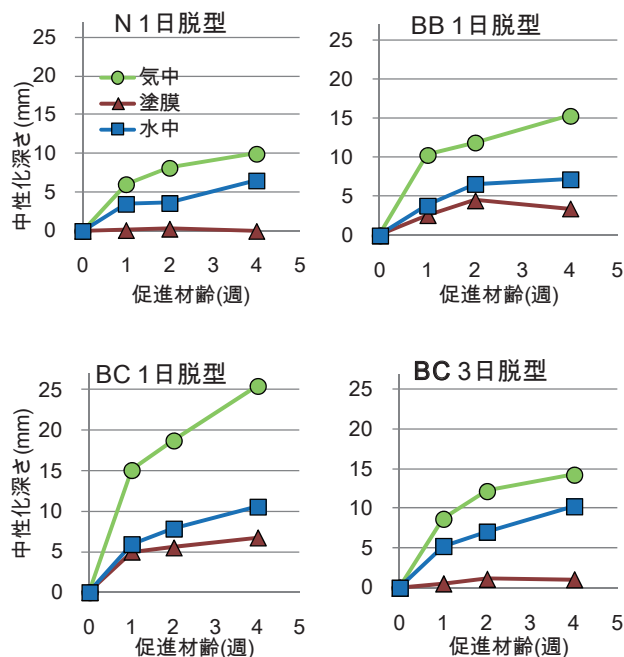


図3 各養生条件の中性化深さ

- 2) セメント種類に関係なく中性化抑制効果があり、特にBCに最も効果があった。また、BCにおけるCPの効果は1日のような早期脱型において中性化抑制効果があり、さらに3日程材齢が進んで脱型したBCに塗布することで1日脱型したNに塗布したときと同様の中性化抑制効果があった。