

V-112

膨張材添加混合セメントの膨張特性

電気化学工業(株) セメント特混研究所 正会員 ○ 三原 敏夫
 電気化学工業(株) セメント特混研究所 串橋 和人
 電気化学工業(株) セメント特混研究所 柳原 剛

1. はじめに

セメント・コンクリート用混和材の一つである膨張材は、セメントコンクリートの収縮によるひび割れ発生やそれに起因する耐久性の低下防止、ケミカルプレストレス導入による鉄筋コンクリートの曲げ、引っ張り抵抗性を高める目的で広く用いられている。その膨張は、水和反応で生成するエトリンガイトや消石灰により生じることが知られているが、混合セメントを使用した場合、従来の膨張材では膨張量の低下が指摘されている^{1)、2)}。本研究では、新たに試作した膨張材を含めた組成の異なる3種類の膨張材を用い、混合セメントへ混和した場合の膨張特性をモルタル及び高流動コンクリートにより検討した。

2. 実験

2.1 使用材料

使用材料を表1に、使用材料の化学分析値を表2に示す。モルタル試験にはISO標準砂を、コンクリート試験には姫川砂を使用した。

2.2 実験方法

(1) モルタル試験

混合セメント(BB: NPC 60%、BFS 40%)及びNPCに、膨張材を内割りで10%混和して結合材とした。水結合材比50%、結合材砂比1/2とし、4×4×16cmの供試体により拘束膨張率を測定した(JIS A6202準拠)。養生は、材齢1日まで20℃、80%RH、材齢1日以降は材齢7日まで20℃水中養生、材齢7日以降を20℃、60%RHで行った。

(2) コンクリート試験

コンクリート配合を表3に示す。練り混ぜ方法はNPC、FA、ADD、細骨材を山中式ジェットミキサーで10秒間空練りし、加水後、2分間混練し、粗骨材を加えてさらに1分間混練した。供試体寸法は10×10×40cmであり、JIS A6202(B法)に準じてダイヤルゲージ法により拘束膨張率を測定した。養生は、材齢1日まで20℃、80%RH、材齢1日以降は材齢7日まで20℃水中養生、材齢7日以降を20℃、60%RHで行った。

表1 使用材料

セメント	C	普通ポルトランドセメント(NPC)、比重3.16、比表面積3340cm ² /g
高炉スラグ	BFS	比重2.91、比表面積4070cm ² /g
フライアッシュ	FA	比重2.21、比表面積3900cm ² /g
膨張材	ADD	A: 遅熟石灰-アウイン-無水石膏系 比重3.03、比表面積3200cm ² /g B: 市販アウイン系 比重2.86、比表面積3300cm ² /g C: 市販生石灰系 比重2.99、比表面積4100cm ² /g
細骨材	S	新潟県姫川産 比重2.62、粗粒率2.77 ISO標準砂
粗骨材	G	新潟県姫川産 比重2.66、粗粒率7.01
AE減水剤	AE	ポリカルボン酸系
増粘剤	MC	メチルセルロース系

表2 使用材料の化学分析値

(%)	ig-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃	f-CaO
NPC	1.9	20.8	4.7	64.7	2.0	-
BFS	0	33.9	14.3	42.5	-	-
FA	3.0	65.1	23.0	2.2	0.3	-
膨張材A	0.7	0.5	10.5	68.6	18.7	49.0
膨張材B	1.8	1.5	14.5	51.7	28.3	19.8
膨張材C	3.5	8.4	2.4	67.4	15.6	30.9

3. 結果

3.1 モルタルの膨張

セメントとしてBB及びNPCを使用した場合の拘束膨張率の経時変化を図1に示す。BB系では、NPC系に比べて膨張率が低下した。BB系では、膨張材Aを混和した場合、材齢7日で 10×10^{-4} 以上の膨張率が得られ、膨張材B、Cに比べて2倍以上の膨張率であった。また、NPC系では、材齢7日の膨張率は、膨張材Aを混和した場合、 20×10^{-4} 以上であり、膨張材BまたはCを混和した場合は $5 \sim 7 \times 10^{-4}$ 程度であった。

3.2 コンクリートの膨張

高流動コンクリートのスランプフロー値は、全て 65 ± 5 cmの範囲内であり、良好な流動性を示した。コンクリートの拘束膨張率の経時変化を図2に示す。膨張材の混和量が 30 kg/m^3 の場合、材齢7日で膨張材Aは膨張材Bの約3倍、膨張材Cの約6倍の膨張率を示した。また、膨張材Aは混和量が 15 kg/m^3 程度で膨張材B（混和量 30 kg/m^3 ）とほぼ同等の膨張性能を示し、混和量が 10 kg/m^3 程度で膨張材C（混和量 30 kg/m^3 ）とほぼ同等の膨張性能を示すことが判った。

表3 コンクリート配合

No.	G _{max} (mm)	W/P ¹⁾ (%)	S/a (%)	単位配合 (kg/m ³)								備考
				W ²⁾	C	ADD	FA	S	G	AE	MC ³⁾	
1	25	35.4	56.0	163	293	30	138	896	720	9.22	1.2	A(B, C)-30
2	25	35.4	56.0	163	303	20	138	896	720	9.22	1.2	A-20
3	25	35.4	56.0	163	313	10	138	896	720	9.22	1.2	A-10
4	25	35.4	56.0	163	323	0	138	896	720	9.22	1.2	BF

1) P=C+FA+ADD. 2) WはAE, MCを含む. 3) MCは1%溶液の量を示す。

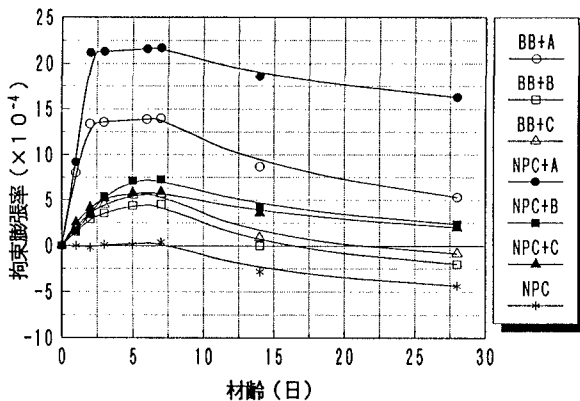


図1 BSFを混和したモルタルの膨張特性

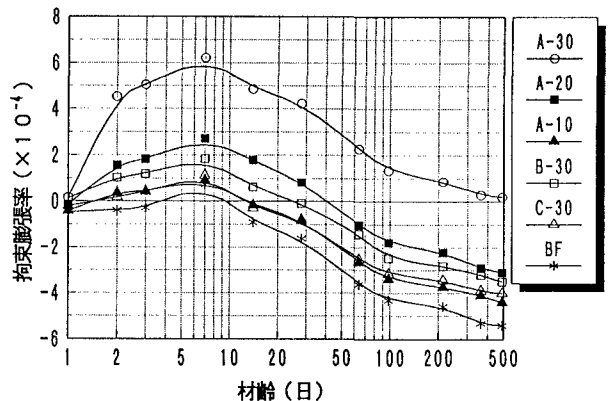


図2 FAを混和したコンクリートの膨張特性

4. まとめ

- 1) NPCに高炉スラグを併用した場合、検討した3種類の膨張材とも既報告の指摘の通り、膨張率の低下が認められた。しかし膨張材Aを混和した場合、モルタル試験で 10×10^{-4} 以上の膨張率が得られた。これはNPCに膨張材BまたはCを同量混和した場合の膨張率よりも高い値であった。
- 2) NPCにフライアッシュを併用した場合、膨張材Aは膨張材B、Cに比べて高い膨張率を示した。膨張材Aは、コンクリート試験において膨張材Bの $1/2$ 程度の混和量で、また、膨張材Cの $1/3$ 程度の混和量でほぼ同等の膨張性能を示した。

参考文献

- 1) 所司大輔、岸利治、土木学会第50回年次学術講演会V、p66-67、1995
- 2) 辻幸和、川村勲、セメント技術年報、33、p189-192、昭54