

V-286 低発熱セメントを使用した高流動コンクリートの性質に及ぼす
高性能A E減水剤の種類の影響について

大成建設技術研究所 正会員 大友 健
エヌエムビー中央研究所 正会員 堀部 勝芳

1. はじめに

地下連続壁に使用するコンクリートとしては、現在、材令91日の配合強度が 650kgf/cm²程度のものが実用化され、温度ひびわれの低減のために低発熱セメントを適用することも一般的となりつつある¹⁾。またこの種のコンクリートでは、充填性をより向上させるため、打ち込み後一定時間の間スランプフローを60~70cmに保持することが要求されている。この場合、高性能A E減水剤の通常以上の使用量が必要となり、その種類がコンクリートの性質に及ぼす影響がより大きくなるものと考えられる。

本研究では、多量の混和材を添加した3種類の低発熱セメントを使用し、ナフタリン系およびポリカルボン酸系の高性能A E減水剤を使用した場合のフレッシュコンクリートの性質を調査した。

2. 使用材料, 配合および試験項目

使用材料の種類を表-1に示す。結合材には気中コンクリートとして多くの実績のある3種類の低発熱セメントを使用した。高性能A E減水剤はナフタリン系(SP-N)については活性持続ポリマー量を調整した2種類(SP-N(1), (2)), 活性持続ポリマー量: N(1)>N(2))、ポリカルボン酸系(SP-P)については、各々の結合材との特性に合わせて架橋ポリマー量を調整した3種類(SP-P(1)~(3)), 架橋ポリマー量: P(1)<P(2)<P(3))を使用した。

コンクリートの仕様、配合、練りませ方法を表-2に、試験項目を表-3に示す。

3. スランプフローの経時変化と変形性

スランプフローおよびスランプフローの停止時間の経時変化を図-1に示す。いずれの結合材と混和剤の組合せにおいても、練り上り直後から60分後にかけてスランプフローが大きくなりその後は減少する傾向にある。減少の程度は混和剤の種類により異なり、活性ポリマー量の少ないSP-N(2)はこの量の多いSP-N(1)に比べて、SP-P系はSP-N系に比べてスランプフローのロスが大きい。

コンクリートの自重による変形性の指標と考えられるスランプフローの停止までの時間（以下文中では変形時間という）の変化傾向は結合材と混和剤の組合せにより異なる。SP-N系でMBB, FMBBを使用した場合は、練り上り直後はSP-P系と同様な変形時間となるが、練り置き後は変形時間が長くなる傾向にある。このコンクリートの変形時間の変化は練り上り後10~15分程度で既に生じていることが観察された。SP-P系でMBB, FMBBを使用した場合には、練り置きによる変形時間の変化の程度はSP-N系に比べて小さく、また変形時間も短くなる傾向にある。

図-2には、SP-N系の練り上り直後のデータを除いた場合のスランプフローとスランプフロー停止までの時間の関係を示す。スランプフローが大きくなるほど変形時間は長くなる傾向が認められる。SP-P系では変形

表-1 使用材料の種類

材料	記号	種 類
結合材 (C)	MBB	低発熱高炉セメントB種, 比重 3.00(D社製)
	FMBB	フライアッシュ20% 混入
	ULHC	低発熱高炉セメントB種, 比重 2.78(D社製) 3成分系超低発熱セメント, 比重 2.90(D社製)
高性能 A E 減水剤 (S P)	SP-N	変成リグニン, アルキルアリルスルホン酸 および活性持続ポリマーの複合体 (N社製)
	SP-P	ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体 (N社製)
細骨材	S	千葉産山砂, 比重 2.60, FM 2.43, 吸水率 2.29%
粗骨材	G	八戸産石灰石砕石 2005, 比重 2.70, FM 6.81, 吸水率 0.32%, 単位容積重量 1.71kg/ℓ

表-2 コンクリートの仕様, 配合および練りませ方法

結合材種類	水結合材比(%)	細骨材率率(%)	単 位 量 (kg/m ³)				混和剤種類	混和剤使用量(C×%)
			水	結合材	細骨材	粗骨材		
MBB	37	42.8	165	446	741	1029	SP-N(1) SP-N(2) SP-P(1)	2.7 2.7 2.1
FMBB	33	41.0	160	485	689	1029	SP-N(1) SP-N(2) SP-P(2)	2.7 2.7 1.8
ULHC	29	41.6	150	517	705	1029	SP-N(1) SP-N(2) SP-P(3)	2.7 2.7 2.0

練りませ方法
 [S+C] → [(W+S P)] → [G] → 排出, 測定
 5秒 15秒 90秒
 水平2軸強制練り式ミキサー 100ℓ (T社製), 練り量: 80ℓ / バッチ

表-3 試験項目

試験項目	試験方法
スランプフローおよびスランプフロー停止時間	練り直後, 1, 2, 3 時間後 (経時変化は静置練り置き)
凝結始発時間	ASTM C406 による
流動性損失時間	練り上りから3時間以降スランプを測定し、スランプが10cmになる時間を補間し求めた

時間が結合材の種類によりほとんど変化しないのに対して、SP-N系の場合は MBBからFMBBになるほど、さらにULHCになるほど変形時間が長くなっており、とくにULHCの場合は変形が極めて緩慢となる。

SP-P系を使用すればULHCの場合でも変形時間は短くなる。しかしULHCを使用したコンクリートは、練り置いたままでは粘りが大きい外力を与えることにより粘りが減少し流動性が良好となる、いわゆるチクソトロピックな特徴を示すことが認められた。

4. 凝結時間と流動性の損失の関係

低発熱セメントに多量の高性能AE減水剤を使用することにより、コンクリートの凝結時間が遅延し、流動性の損失およびその後の自立特性すなわち打設時の側圧の低減特性に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、混和剤の種類が凝結始発時間および流動性損失の指標としてコンクリートのスランプが10cmとなる時間(以下流動性損失時間という)に及ぼす影響を検討した。この結果を図-3と図-4に示す。

SP-P系を使用した場合SP-N系と比較して、凝結始発時間、流動性損失時間とも極端に早くなる。図-5に示すように、凝結始発時間と流動性損失時間は相関関係にあると考えられ、MBBとFMBBは図上で同一直線上に位置する。ULHCは、同じ凝結始発時間の MBBとFMBBに対して流動性損失時間が若干遅れる傾向がある。

コンクリートに添加した場合に同様なスランプフローの経時変化特性を有するように調整したSP-N系とSP-P系の混和剤を各々添加したペーストの水和発熱速度を微小熱量計により測定した結果を図-6に示す。SP-NはSP-Pと比較して、水和発熱のピークが極端に遅くなっている。SP-N系混和剤を使用した場合、凝結時間、流動性損失時間とも

SP-P系に比べて遅くなるのは、混和剤の種類の違いにより結合材の初期水和反応に与える影響が異なることによるものと推察される。SP-N系の混和剤の水和反応の抑制の程度はかなり大きいものと考えられる。

5. まとめ

高強度地下連続壁コンクリートに低発熱セメントを使用した場合、ナフタリン系高性能AE減水剤では、コンクリートの自重による変形に要する時間が長くなる傾向にある。ポリカルボン酸系の混和剤は、セメントの種類によらず変形性はほぼ一定であり、ナフタリン系に比べて変形に要する時間は短い。またポリカルボン酸系高性能AE減水剤を使用した場合、一定の流動性を保持した後の流動性損失時間および凝結始発時間はナフタリン系高性能AE減水剤に比べて極めて早い傾向にある。

参考文献 1) 加島ほか: 明石海峡大橋アンカレッジにおける低発熱型高強度コンクリートによる地下連続壁の施工、コンクリート工学, Vol. 29, No4

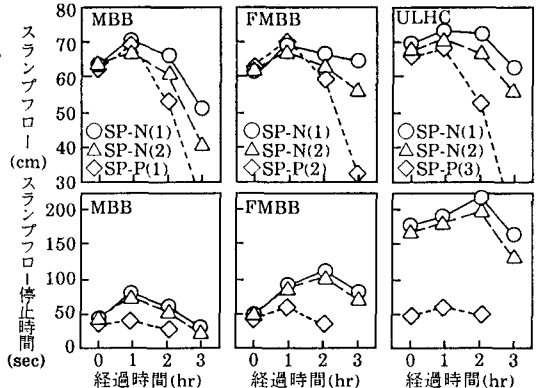


図-1 スランプフローおよびスランプフロー停止時間の経時変化

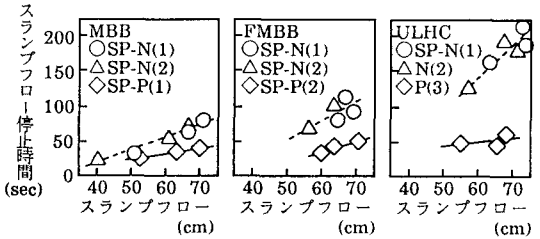


図-2 スランプフローとスランプフロー停止時間の関係

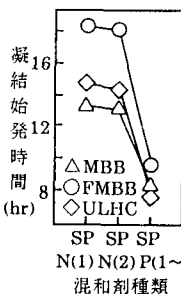


図-3 結合材、混和剤の種類が凝結始発時間に及ぼす影響

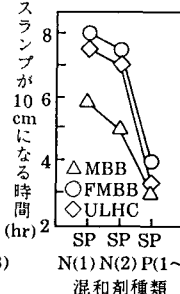


図-4 結合材、混和剤の種類が流動性損失時間に及ぼす影響

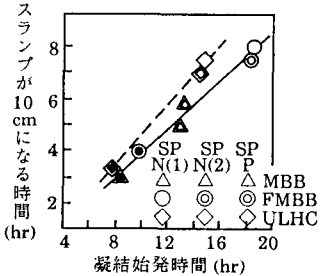


図-5 凝結始発時間と流動性損失時間の関係

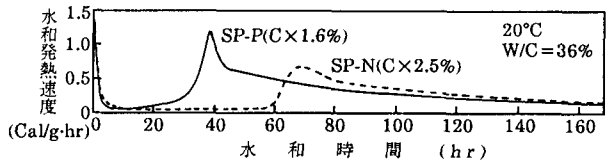


図-6 水和発熱曲線 (FMBB)