

清水建設(株) 正員 岡田 武二

清水建設(株) 正員 ○木村 克彦

清水建設(株) 正員 今井 実

1. まえがき 近年、地中連続壁など泥水中で打設されるコンクリートの高強度化が経済性の面などから要求されるようになってきた。しかし、高強度コンクリートはW/Cが小さく、単位セメント量が多いため水和熱による温度ひびわれを制御する必要がある場合がある。この温度ひびわれを低減するためには低発熱型セメントの使用、流動化剤の使用などによる単位セメント量の低減などが効果がある¹⁾。しかし、低発熱型セメントを用いた高強度流動コンクリートに関する研究はまだ少ない。そこで、本研究は低発熱型セメントを用いた高強度流動コンクリートの強度特性に及ぼすW/C、フライアッシュ(以下F Aと略記)混入の有無、砕石比率の影響について検討したものである。

2. 試験方法 試験の要因としてW/C、F A混入の有無、砕石比率を取上げた。W/Cは28~38%、F A混入量は0%、10%、砂利：砕石の比率は7:3および5:5とした。混和剤はベースおよび流動コンクリートのスランプがおおの約10cm、20cm~24cm、空気量が3~5%となるように添加した。表-1に使用材料の一覧を示した。使用材料のうち低発熱型セメントには高炉B種のマスコン型高炉セメント(以下MK Cと略記)流動化剤にはプラント添加タイプのスランプロス防止型を用いた。

3. 試験結果および考察

(1) フレッシュコンクリートの性質

ベースコンクリートのスランプは6~13.5cm、流動化直後は20~24.5cmであり、コンクリートの材料分離は観察されなかった。図-1にF Aを10%混入(以下FMK Cと略記)した流動コンクリートのスランプ経時変化の一例を示した。図からスランプ20cm以上を90~150分間保持していることがわかる。空気量は、ベースコンクリートで3.1~4.7%、流動コンクリートで2.5~4.5%であった。なお、砕石比率が50%のコンクリートの流動化後の空気量の試験結果は2.5~3.2%と小さかった。コンクリートの練上り温度は、ベース、流動コンクリートともに27~28℃であった。

(2) 硬化コンクリートの性質

a. 圧縮強度 σ_c 図-2に σ_c とW/Cの関係を示した。なお

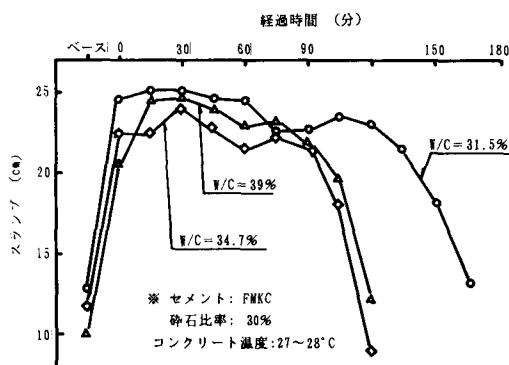


図-1 スランプの経時変化

表-1 使用材料

材料	種類	品質	備考
セメント	高炉B種	比重 2.99 スラグ率55%	
混和材	フライアッシュ	比重 2.17	
骨材	細骨材	比重 2.26 FM 2.8	君津市法木産
	粗骨材(川砂利) 最大寸法 25mm	比重 2.65 FM 6.5	大井川産
	粗骨材(砕石) 2005	比重 2.68 FM 6.5	宮古市産
混和剤	AE剤	アニオン系	
	高性能減剤	β ナフタリンスルホン酸系	
	流動化剤	β ナフタリンスルホン酸系	

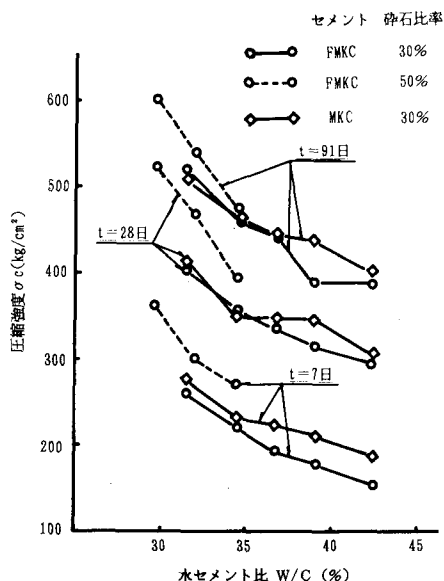


図-2 圧縮強度とW/Cの関係

流動コンクリートのW/Cは流動化剤を水とみなし補正した。初期材令においてMKCとFMKCの σ_c に差はあるが材令28日以降ではFAを10%程度混入しても σ_c には差がなく、砕石比率が30%より

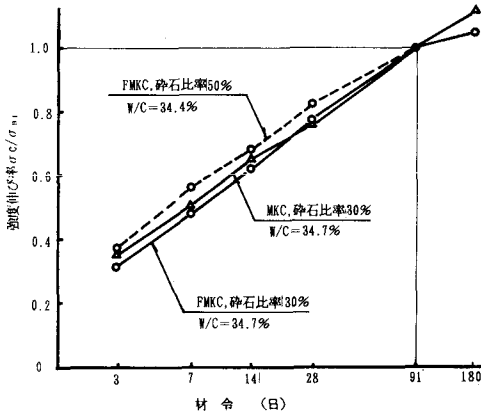


図-3 強度伸び率の経時変化

50%の方が σ_c が大きい傾向がある。W/Cが約30%の場合約600kg/cm²の圧縮強度が得られた。図-3には、W/Cが約34%の場合の強度伸び率 σ_c/σ_{c1} に及ぼすFA混入、砕石比率の影響を示した。この図から初期強度伸び率は砕石比率が30%より50%の方が6~8%大きく、FMKCよりMKCの方が3~4%大きいことがわかる。図-4には σ_c/σ_{c1} とW/Cの関係を示した。初期材令においては σ_c/σ_{c1} は、W/Cが小さいほど大きく、 $\sigma_c/\sigma_{c1} = a + b \cdot W/C$ という関係が成り立つようである。

b. 引張強度 σ_{ct} 図-5に σ_{ct} と σ_c の関係を示した。図示のように、MKCよりFMKCの方が同一 σ_c に対する σ_{ct} は大きく、それぞれの σ_{ct} は文献2)の式で与えられる σ_{ct} より大きい。 σ_c が約400kg/cm²までの範囲では σ_{ct} と σ_c の関係は、直線式で表示できることがわかる。

c. 弾性係数 E_c 図-6に E_c と σ_c の関係を示した。 E_c は、MKCとFMKCでは差がないようである。また、横道の提案式を併記したが本実験結果とよい一致がみられる³⁾。

4. まとめ

以上本試験の範囲で得られた主な結果を示すと次のとおりである。
・低発熱型セメントを用いた低水セメント比のコンクリートにスランプロス防止型流動化剤を添加することにより材料分離を生じさせずに20cm以上のスランブを90分以上保持できる。
・上記コンクリートでW/Cを約30%とすれば、材令91日で圧縮強度約600kg/cm²のコンクリートが得られる。
・FAを10%混入しても材令28日以降の圧縮強度には差はなく、砕石比率は30%より50%の方が強度が大きい傾向がある。
最後に、本試験の実施に当っては、花王(株)の飯塚氏をはじめ多くの方々の協力を載いたこと記し謝意を表します。

参考文献：1)岡田武二他：地下連続壁への流動化剤の利用、土木学会第37回年次学術講演集V 2)土木学会：コンクリートライブラリー第52号コンクリート構造物の限界状態設計法指針(案)昭和58年11月 3)横道英雄：コンクリート橋、技報堂出版

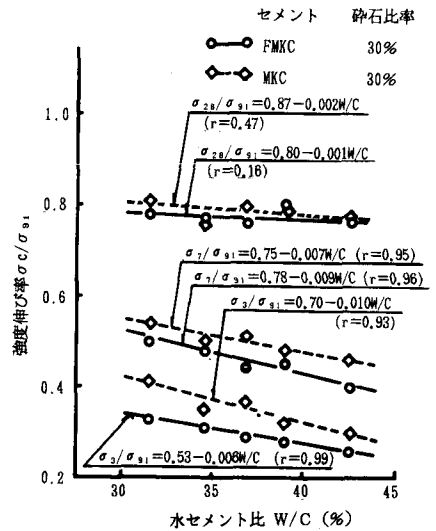


図-4 強度伸び率とW/Cの関係

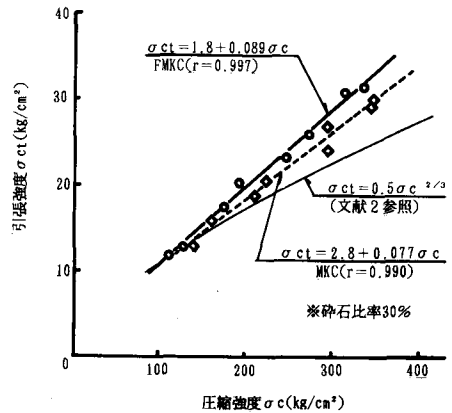


図-5 引張強度と圧縮強度の関係

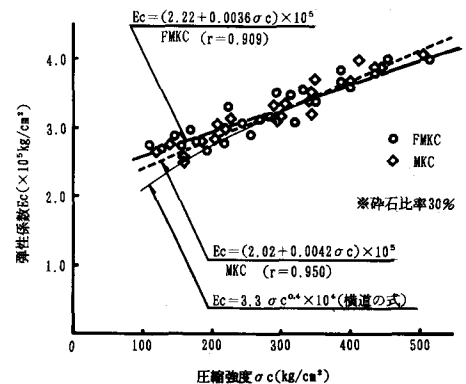


図-6 弾性係数と圧縮強度の関係