

(V-40) マスコンクリートの一部に使用した流動化コンクリートの性状について

群馬県土木部 正会員 坂尾 博 秋

1. まえがき

本報告は小規模ダムの洪水吐の耐摩耗性向上のために水セメント比を小さくしたコンクリートにワーカビリティを改善するための混和剤（流動化剤 シグマ5000）を使用した流動化コンクリートの性状と熱特性について試験及び解析的に検討した結果を報告するものである。

2. 使用材料について

2. 1 セメント

セメントは秩父セメント（株）製の中熱ポルトランドセメントに20%フライアッシュを混合した混合セメントを使用した。

2. 2 骨材

骨材は本県の道平川ダム建設工事に使用している細骨材及び粗骨材を使用した。なお、粗骨材の粒度分布については、骨材の最大寸法 $G_{max} = 80 \text{ mm}$ として土木学会「コンクリート標準示方書」（ダム示方書）の標準範囲を参考にして決定した。

2. 3 混和剤

混和剤（流動化剤）には電気化学工業（株）製の「デンカシグマ 5000」をセメント量に対し10%使用した。

3. 試験に用いたコンクリートの配合

試験は単位セメント量の変化に対する影響を調べるため 450 kg/m^3 、 400 kg/m^3 、 350 kg/m^3 の3種類のセメント量について8種類のコンクリート配合にて行った。

4. 試験結果

4. 1 材令と強度の関係

材令と強度の関係は図-1に示すとおりである。混和剤を添加したコンクリート（シグマ5000コンクリート）は、無添加のコンクリート（プレーンコンクリート）と比較すると圧縮強度が大きく添加効果が良く現れていることが判る。

4. 2 材令28日に於ける単位セメント量と

圧縮強度及びスリヘリ係数の関係

単位セメント量と圧縮強度及びスリヘリ係数の関係は図-2に示すとおり、シグマ5000コンクリートはプレーンコンクリートと比較すると、圧縮強度で 300 kgf/cm^2 程度高く、これに伴いスリヘリ係数も小さくなっている。

なお、スリヘリ試験は電力中央研究所の奥田氏により開発されたO式スリヘリ試験機により測定した。また、コンクリートのスリヘリ係数は次式により算出した。

$$\text{スリヘリ係数} = V/A \quad (\text{mm}^3/\text{cm}^2)$$

$$V = W/D * 100 \quad (\text{mm}^3)$$

但し

V: スリヘリ容量 (mm^3)

A: スリヘリ面積 (cm^2)

W: スリヘリ重量 (g)

D: コンクリートの密度 (g/cm^3)

4. 3 シグマ5000コンクリート（単位セメント量 400 kg/m^3 ）の場合の s/a と強度及びスリヘリ係数の関係（材令28日）

細骨材率 (s/a) と強度及びスリヘリ係数の関係は図-3のとおりで、 s/a が低くなるにつれ強度が高くなりスリヘリ係数も減少した。

しかし、 s/a を極端に下げるとコンクリート打設の作業性が悪くなり、 s/a の適正範囲は概ね30-35%程度と考えられる。

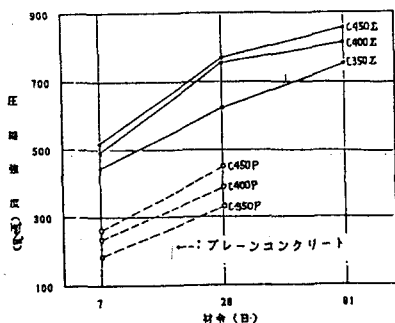


図-1 材令と強度の関係

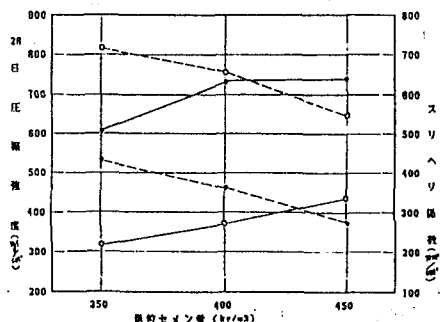


図-2 材令28日に於ける単位セメント量と圧縮強度及びスリヘリ係数の関係

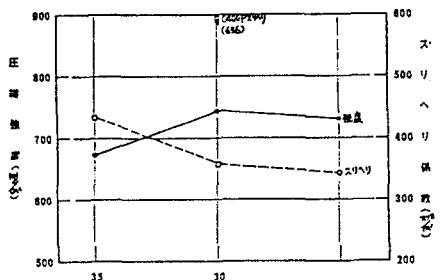


図-3 シグマ5000コンクリート（単位セメント量 400 kg/m^3 ）の場合の s/a と強度及びスリヘリ係数の関係（材令28日）

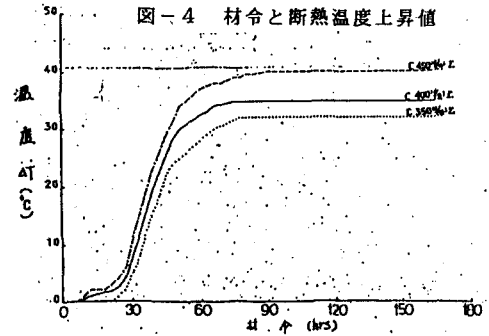
4. 4断熱温度上昇試験

断熱温度上昇試験は丸東製作所製の断熱温度上昇試験装置を使用して行った。

この試験は、耐摩耗コンクリートをマスコンクリートに使用することを前提とし、熱特性と熱応力解析のために実施した。

なお、材令と断熱温度の上昇値は図-4に示すとおりとなった。

最高温度については土木学会「コンクリート標準示方書」による計算値と比較し、若干低い値となった。



5. マスコンクリートの一部に流動化コンクリートを使用した場合の性状

マスコンクリートではコンクリート中のセメント量が多くなったり、貧配合のコンクリートの上に富配合のコンクリートを打設すると外部拘束応力や内部拘束応力が発生し、コンクリートにヒビワレが発生する可能性がある。

そこで、図-6の様なマスコンクリートに流動化コンクリートを使用した場合（セメント量 350 kg/m^3 ）のヒビワレの発生の可能性について検討した。

5. 1 温度応力予測値によるヒビワレ発生の可能性の判断
マスコンクリートにヒビワレが発生するかどうかの判定基準は、コンクリート引張強度を温度応力で除した温度ヒビワレ指数を用いることとした。

$$\text{温度ヒビワレ指数} = f_{\sigma}(t) / \sigma_{\sigma}(t)$$

ここに、

$\sigma_{\sigma}(t)$: 水和熱に起因する温度応力の算定値

$f_{\sigma}(t)$: $\sigma_{\sigma}(t)$ を算定した材令におけるコンクリートの引張強度 (kgf/cm^2)

A : 無筋コンクリート
C : 鉄筋
D : 流動化

5. 2 解析モデルと計算結果

温度解析にあたっては、図-6の様なマスコンクリートを図-9の様にモデル化し、有限要素法により温度解析し、前に述べた方法によりヒビワレ指数を計算した。

なお、計算は外気温を $20, 10, 5, 0^{\circ}\text{C}$ にまた流動化コンクリートの厚さを $0.5, 0.75, 1.0 \text{ m}$ に変化させ計算した。

計算結果のうち、代表的な値を図-10に示す。

ヒビワレ指数は、コンクリート厚、外気温、コンクリート温度により大きく変動するが、流動化コンクリートをマスコンクリートに使用する時は 75 cm 以下が望ましいと考えられる。

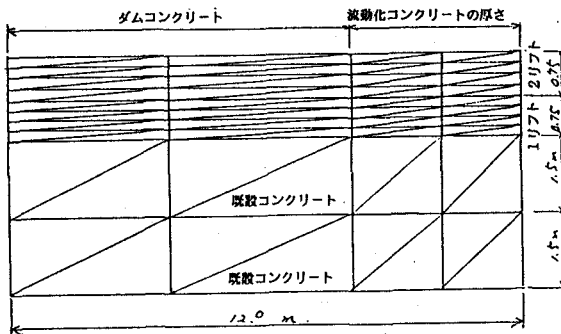
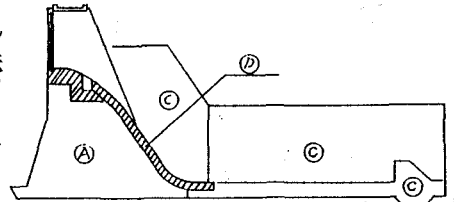


図-9 解析モデル

流動化コンクリートの厚さは、 1 m 、 0.75 m 、 0.5 m とした。

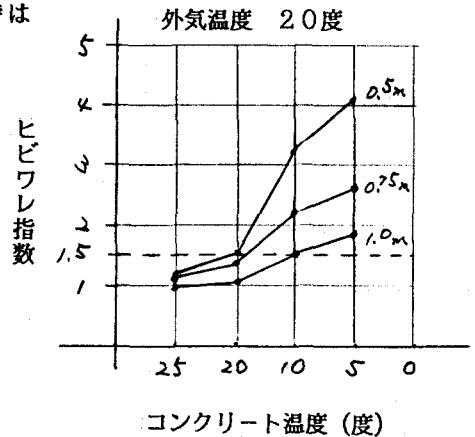


図-10 外気温、コンクリート厚、コンクリート温度とヒビワレ指数の関係