

(V-19) 準高流動コンクリートの力学特性と温度応力解析例

五洋建設（株）技術研究所 正会員 山田 義博
 五洋建設（株）技術研究所 正会員 田中 英紀
 五洋建設（株）技術研究所 正会員 藤原 敏弘
 五洋建設（株）技術研究所 正会員 小松 誠児

1.はじめに

近年、自己充填性を有する高流動コンクリートが開発され、実用化されているが、品質・施工管理技術の難しさや材料コスト増加の問題がある。そこで、コスト低減を目標とし、自己充填性は高流動コンクリートより劣るものの、補助的な加振により充填可能な準高流動コンクリートの開発が進められている¹⁾。本報は、力学特性については同一セメントの普通コンクリートとの対比を、温度応力解析では高流動コンクリートと対比した結果について報告する。

2.実験概要

本実験で使用した材料を表-1、検討配合を表-2に示す。実施した試験項目は、圧縮強度、引張強度、ヤング係数及び断熱温度上昇量とした。養生条件は20℃水中養生とし、材齢3,7,14,28,56,91日で圧縮強度試験(JIS A 1108)、引張強度試験(JIS A 1113)を実施した。ヤング係数は圧縮強度試験時に測定した。断熱温度上昇試験の測定期間は2週間とした。

表-1 使用材料

種類	仕様
セメント	高炉セメントB種
細骨材（海砂）	粗砂 表乾比重2.59、吸水率1.35% 細砂 表乾比重2.60、吸水率1.21%
粗骨材（碎石）	表乾比重2.73、吸水率0.57%
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系
空気量調整剤	炭成アルキルカルボン酸化合物系 陰イオン界面活性剤

表-2 検討配合

G_{max} (mm)	SF (mm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C	S	G	SP(g/m ³)	AE剤(g/m ³)
20	450	37.6	4.5	51.8	160	425	880	860	4888	21.3

3.実験結果

3.1 圧縮強度

図-1に試験より得られた、材齢と圧縮強度の関係を示す。以下、各特性値については、コンクリート標準示方書²⁾に提示されている式を比較用として併記する。実線は試験値を近似した式である。2式の相関係数は0.93、0.99と高い値を示した。

3.2 引張強度

図-2に圧縮強度と引張強度の関係を示す。図中に試験値を近似した式と、引張強度を2割減じて算出した推定式の両方を示す。但し、3.5 温度応力解析では推定式を用いて引張強度を算出している。示方書に準拠した式では圧縮強度20N/mm²以下の若材齢時において、推定式よりも引張強度が大きくなっていることから、温度応力解析において、若材齢時のひび割れ指数が問題となる場合は留意を要する。

3.3 ヤング係数

図-3に圧縮強度とヤング係数の関係を示す。ここで、式(1)は試験値の近似式、式(2)は若材齢時のクリープ（ $\phi=0.5$ ）を考慮に入れた式である。示方書の提示式は材齢3日以前に相当する圧縮強度が18N/mm²より小さい範囲ではクリープを考慮に入れた式(1)と、材齢5日以降に相当する圧縮強度が27N/mm²より大きい範囲では式(2)

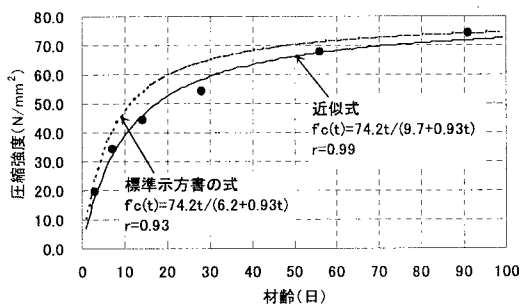


図-1 材齢と圧縮強度の関係

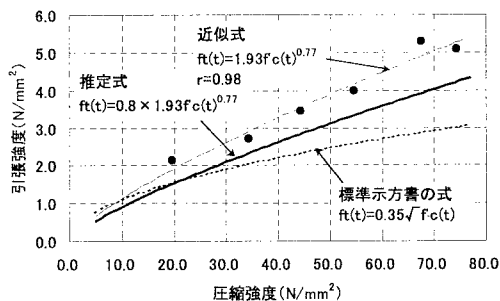


図-2 圧縮強度と引張強度の関係

キーワード：準高流動コンクリート、力学特性、断熱温度上昇量、温度応力解析

連絡先：栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 TEL 0287-39-2107 FAX 0287-39-2132

とほぼ等しい値を示す結果となった。

3.4 断熱温度上昇量

断熱温度上昇試験の結果を図-4 に示す。打込み温度は20℃に設定した。標準示方書に準拠した式では、試験値よりも早期に温度が上昇している。これは、試験値が高性能AE 減水剤を使用したことにより、始発時間が遅延したことによるものと考えられる。また、終局断熱温度上昇量は試験値よりも0.7℃程度大きい値となっている。

3.5 温度応力解析

温度応力解析では、沈埋函の床版鋼殻内部に充填されるコンクリート (W3500×L3000×H1000) を解析対象とした。解析対象を図-5 に示す。解析プログラムはJ C I「マスコンクリートの温度・応力計算用パソコンプログラム」³⁾を使用した。解析方法は、温度、応力解析とも2次元FEM解析を採用し、コンクリートの物性値に各試験結果を用いた場合(ケース1)と、比較用として、低熱ポルトランドセメントを使用し、単位セメント量550kg/m³、スランプフロー600mm 程度の高流動コンクリートの物性値を用いた場合(ケース2)の2ケースを実施した。各ケースの最小ひび割れ指数は準高流動コンクリートを用いたケース1で0.87、高流動コンクリートを用いたケース2で0.70 とほぼ等しい結果となった。また、最小ひび割れ指数となる材齢はケース1で1.5日、ケース2で1.0日である。温度ひび割れ指数の経時変化の一例を図-6 に示す。いずれの場合も中心部と表面部の温度差による内部拘束温度ひび割れが卓越する結果となった。

4.まとめ

①準高流動コンクリートの各種特性値を標準示方書に提示されている式で評価することが可能であるが、引張強度の推定式については、試験結果に基づく推定式と示方書の提示式を対比して適用した方が良いと思われる。

②今回行った温度応力解析においては、準高流動コンクリートは、低熱ポルトランドを用いた高流動コンクリートよりも温度ひび割れは優位な場合があることがわかった。また、準高流動コンクリートはコストの面からも優位な場合があり、沈埋函の床版鋼殻内部の充填コンクリートとしてさらなる適用が期待できる。

③温度応力によるひび割れの観点から、準高流動コンクリートを一般構造物に適用する際には、普通コンクリートと同様、要求性能に応じてひび割れ抑制対策を必要とすることがわかった。

【参考文献】

- 1) 三好征夫ほか：準高流動コンクリートの基礎研究その1 実験計画と流動性、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp975～976、1998.9
- 2) (社) 土木学会：平成8年制定 コンクリート標準示方書(施工編)、1996
- 3) (社) 日本コンクリート工学協会 マスコンクリートの温度応力研究委員会：ユーザーズマニュアル コンクリートの温度・応力計算用パソコンプログラム集(ウィンドウズ版)、1996.7

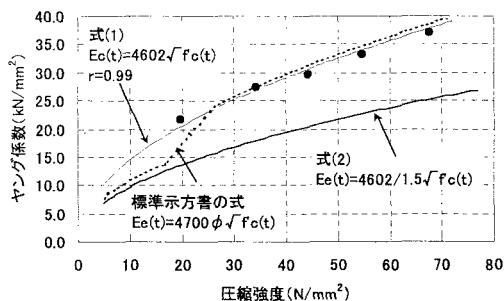


図-3 圧縮強度とヤング係数の関係

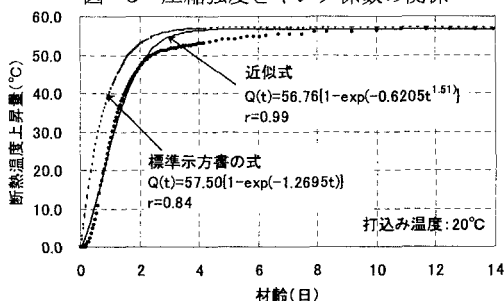


図-4 断熱温度上昇試験結果

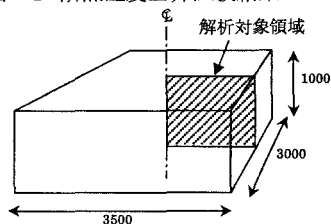


図-5 解析対象モデル

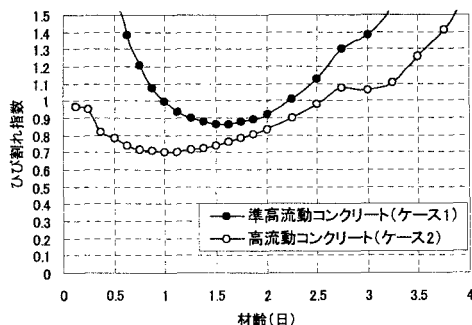


図-6 ひび割れ指数の経時変化