

三次元拘束によるコンクリートの高靱性化に関する研究

広島大学 正会員 米倉 亜州夫 広島大学 学生員 ○周 平
 広島大学 正会員 田澤 栄一 広島大学 松林 博文

1. はじめに

コンクリートの評価は、一般に圧縮強度で判断されることが多い。しかし最近では、コンクリートの破壊挙動を考える上で、単に強度が高い低いという議論だけではなく、破壊時の靱性が問題とされるようになってきている。コンクリートの靱性および強度向上の手段として、コンファインド効果と呼ばれるコンクリートを横方向に拘束する方法がある。先の阪神大震災においてもコンクリート構造物を横拘束することの重要性が見直されている。本実験では、軸方向の圧縮応力と横拘束により三次元拘束状態となるコンクリートの力学的特性を把握することを目的とする。

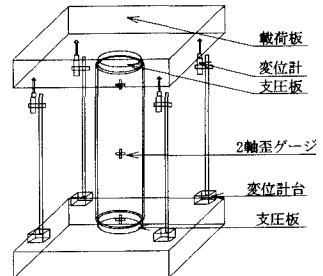


図1 中心軸圧縮試験荷重方法

表 1 CFRP パイプ一覧

名称	寸法(cm)			繊維方向 および 積層方法
	外径 D	厚さ t	長さ L	
A	15.70	0.35	60.00	±10° 1.00mm 90° 0.75mm 計4層
B				±10° 1.75mm 90° 1.75mm 計2層
C				±45° 0.875mm 計4層
D	5.80	0.30	20.00	±10° 1.00mm 90° 0.50mm 計4層

2. 実験概要

・中心軸圧縮試験 拘束体として使用したCFRPパイプまたは鋼管内にコンクリートを打設し、図1に示すようにコンクリート断面のみに荷重を加えるかたちで載荷を行い、拘束体および内部コンクリートの挙動を調べた。拘束体として用いたCFRPパイプの種類を表1に示す。ここでパイプDは後で述べるクリープ試験用である。また、供試体の略称例を図2に示す。ここで、付着状態のアンボンド型とは、拘束体内面にアスファルトを塗布し拘束体と内部コンクリートの付着を弱めたものであり、またEB型¹⁾とはアスファルトを塗布していないものを意味する。

・クリープ試験 CFRPパイプにモルタルを打設し、中心軸圧縮試験同様モルタル断面のみに一定荷重を加え、軸変位の経時変化を調べた。付着状態はすべてアンボンド型としている。

3. 実験結果および考察

・圧縮耐力および軸変位 中心軸圧縮試験において水セメント比(W/C)45%のコンクリートを用いた供試体の荷重-軸変位関係を図3に示す。CFRPパイプAおよびB、または鋼管を拘束体として使用したものは、いずれも耐力および終局時の軸変位がプレーンコンクリートを大幅に上回っている。CFRPパイプCを使用したFC45Uは、耐力はそれほど増加していないが、終局後も軸変位が増え続けている。

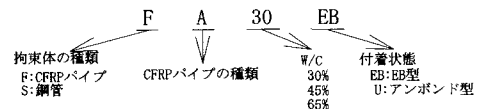


図2 供試体の略称例

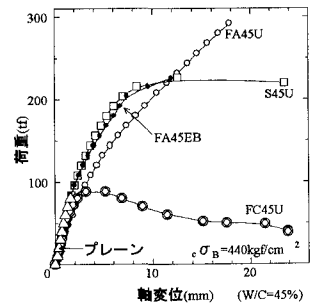


図3 荷重-軸変位関係

・応力 - ひずみ関係 中心軸圧縮試験において水セメント比(W/C)65%および30%のコンクリートを用いた供試体の八面体垂直応力 - 体積ひずみ関係を図4に示す。拘束体にCFRPパイプAを使用した場合、EB型、アンボンド型共にW/C=65%の低強度のものは体積減少、またW/C=30%の高強度のものは途中から体積膨張に転じている。この原因として以下のようなことが考えられる。低強度のコンクリートは高強度のものより内部空隙が多いため、軸方向の高圧縮応力で空隙が潰れながら、つまり粗であった組織が密実なものへと変化しながら軸変位を生じる。その結果、軸圧縮応力により拘束体にかかる側圧が密である高強度コンクリートより小さくなり体積減少していると考えられる。鋼管を拘束体を使用した場合、低強度、高強度共に体積減少しているが、この原因としては、鋼管の弾性係数が大きいこと、内部コンクリートの横方向ひずみを拘束するのに十分な厚みがあったことが挙げられる。

・単位クリープ クリープ試験の結果より単位クリープを算出し、応力 - 軸圧縮強度比(以下応力強度比と呼ぶ)との関係を図5に示す。一軸圧縮強度が250kgf/cm²のものは、応力強度比1前後で単位クリープは急増している。これは中心軸圧縮試験同様、低強度のものは組織が密実なものへと変化するため、その他の一軸圧縮強度のモルタルより過大な軸方向クリープひずみが生じているものと思われる。

・クリープ試験後のモルタル強度 クリープ試験後、内部モルタルの一軸圧縮試験を行い、同一材齢の応力履歴のないモルタルの一軸圧縮強度との比較を図6に示す。一軸圧縮強度が増加していることは明らかであり、またその増加率は低強度のものほど大きくなっている。これは軸方向に高圧縮応力を受けることにより、組織が密実になると同時に水和反応もさらに進行するため一軸圧縮強度が増加し、低強度のモルタルほど組織の変化が大きいためと思われる。

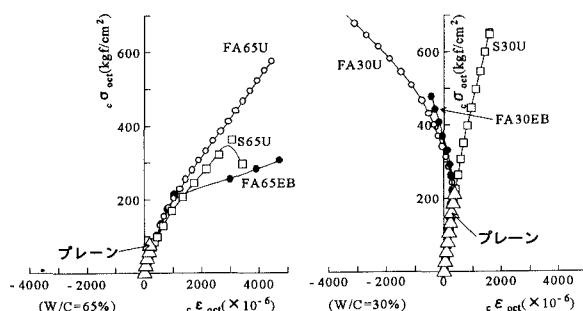


図4 八面体垂直応力 - 体積ひずみ関係

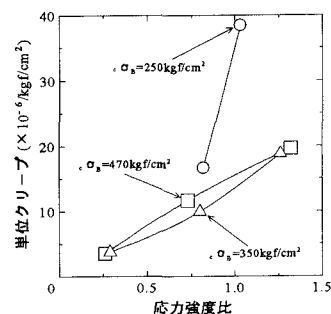


図5 単位クリープ

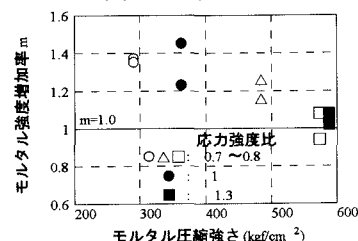


図6 クリープ試験後のモルタル強度増加率

4.まとめ

I. 三次元拘束下のコンクリートの挙動は、その一軸圧縮強度(配合)および使用した拘束体によって異なり、解析する上でこれらは考慮すべき要素である。

II. 横拘束された状態で軸方向に一軸圧縮強度程度の圧縮応力を持続的に受けたモルタルは、同一材齢の応力履歴のないモルタルよりも一軸圧縮強度が高くなり、その増加率は低強度のものほど大きくなる。

【参考文献】1) 藤井堅他: ボンド型およびアンボンド型モルタル充填鋼管長柱の座屈強度特性, 鋼構造論文集, Vol.1, No.2, pp47~56, 1994