

V-348

超流動化コンクリートを用いた部材の力学的特性

東急建設(株) 正会員 ○岡本 大
東急建設(株) 正会員 玉井真一

1.はじめに

近年、コンクリートの施工性改善や施工省力化などの理由から振動締め固めを行わなくても施工が可能なコンクリートに関する研究が各方面で行なわれている。筆者らも超流動化コンクリート¹⁾(以下、HSC)の開発に着手して以来、配合の確立および圧縮強度、乾燥収縮、クリープ、凍結融解等の確認を行ってきた。その結果、これらに関しては通常のコンクリートと同等以上の性能を得ることができた。そして、今後の課題の1つとしては部材レベルでの力学的特性の把握があげられる。

本研究は、部材レベルでの力学的特性の把握として、HSCを用いた鉄筋コンクリートはりを用いて静的載荷時、疲労載荷時のせん断特性、変形特性等を調べたものである。

2.材料特性

コンクリートの応力-ひずみ曲線の形状は部材の変形特性に影響する。φ10×20cmの供試体によるHSCと通常コンクリートの応力-ひずみ曲線を比較すると図.1のようであり、HSCは通常のコンクリートと比較して圧縮剛性が低いことがわかる。ヤング係数の比較ではHSCの方が通常コンクリートよりも圧縮強度が約10%大きいにもかかわらず、ヤング係数は約10%低い。したがって、弾性域での部材の曲げ変形はHSCの方が大きくなる可能性がある。

3.静的載荷試験

静的載荷試験では主にははりのせん断耐力、曲げ変形特性に着目した。

1) せん断耐力

せん断耐力の試験はHSC、通常コンクリートとも1体ずつのせん断補強しないはり供試体により行った。はりのせん断破壊荷重よりせん断耐力 V_{exp} を求め、表.1に示すRC示方書の式(1)による計算値 V_{cal} と比較したものである。これよりHSCを使用した場合でもせん断補強筋のないはりのせん断耐力は(1)によって表すことが出来る。

$$V_{cd} = 0.9 \beta_a \beta_p \beta_n \sqrt{f_{cd}} b_w d \quad (1)$$

2) 曲げ変形

曲げ変形特性はHSC、通常コンクリートともにせん断補強したはりを用いて行った。HSCと通常コンクリートのはりの荷重-たわみ曲線を図.2に示す。この図を見るとHSCと通常コンクリートの曲げ変形特性はほとんど差がない。コンクリートのヤング係数がHSCの方が小さいことを考えるとHSCの良好な付着特性の結果と考えられる。

4.疲労試験

RC示方書において鉄筋コンクリートのはりのせん断耐力は式(2)に示すように、コンクリートの受け持つせん断力 V_{cd} が載荷回数が多くなるにつれて減少し、 10^6 回以上の載荷において V_{cd} は処女載荷時の1/2になるとしている。

$$V_{md} = 0.5 V_{cd} + A_w \sigma_w m d (z/s) (\sin \alpha + \cos \alpha) \quad (2)$$

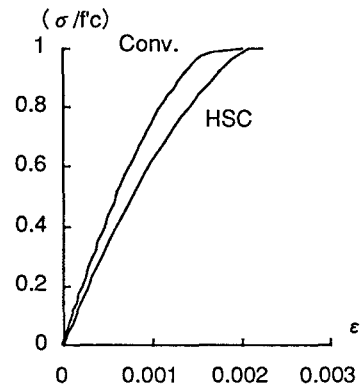


図.1 ε-σ/fcの関係

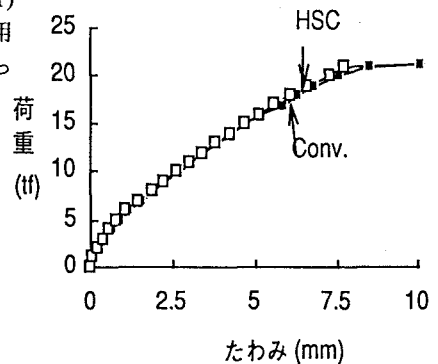


図.2 弾性域での荷重-たわみ関係

表.1 V_{exp} と V_{cal} の関係

	V_{exp}	V_{cal}	V_{exp}/V_{cal}
HSC	7.51	7.27	1.03
Conv.	8.51	7.08	1.20

この式は通常のコクリートをを用いた供試体による実験によって導かれたものであることから、通常のコクリートに代えてHSCを用いた場合についても適用できるかどうかを確認しなければならない。

疲労試験に使用した供試体は図.3に示す通りであり、せん断スパンと有効高さの比(a/d)が左右のせん断スパンで各々2.0, 4.0となる様に設計した。なお、断面は矩形断面とし、スターラップにはD10, 主鉄筋にはD29を4本配置した。載荷荷重は設計寿命が10⁶回となるように上限荷重をP=29 t, 下限荷重をP=14 tとした。

図.4にHSC, 通常コクリートはりのたわみδと載荷回数Nの対数Log=Nの関係を示す。この図を見るとHSCの方が若干たわみが大きいとその差は約0.1mmと小さいものであり、HSCと通常コクリートの変形性状に大きな違いは認められなかった。

また、図.5にHSC, a/d=2のLogN=0とLogN=6の時のせん断力Vとスターラップのひずみεとのループを示す。この場合のεの値はせん断スパンの平均をとっている。図中の直線(a)はRC示方書の設計式をプロットしたもので、V_cはLogN=0のループに合わせた。また、上記の計算より求めたV_cを用いて式(2)を図中にプロットしたものを図中の直線(b)で示す。これを見るとLogN=6のループにおいて最大せん断力の働く場合もその値は式(2)の上側にある。これはスターラップに作用しているせん断力が設計値より小さいことを意味しており、載荷回数が10⁶回を上回ってもコクリートの受け持つせん断力が0.5V_c以上であることを表している。すなわち、疲労に関する検討でRC示方書に示される式(2)はHSCに関しても有効であると言える。

5.まとめ

HSCを使用した場合について以上のことをまとめると

- 1.せん断補強筋を用いないHSCはりのせん断耐力は通常コクリートはりと大差なくRC示方書の設計式が適用できる。
- 2.疲労荷重下におけるせん断特性は通常コクリートと大差なくRC示方書の設計式が適用できる。
- 3.はりの曲げ変形特性は、静的載荷時、疲労載荷時ともにHSCと通常コクリートとで大差なく、HSCのヤング係数が通常コクリートに比べて低いことを考えると付着性状はむしろ良好なものと考えられる。

これらのことから、HSCの使用に当たり設計上の考慮は必要ないと言える。

1)大橋,前田,玉井:フライアッシュを混入した超流動化コクリート(HSC)の硬化後の物性、土木学会第43回年講

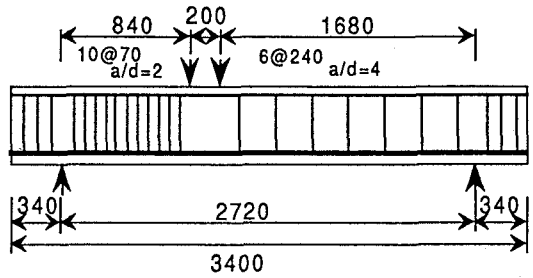


図.3 供試体断面図（疲労試験）

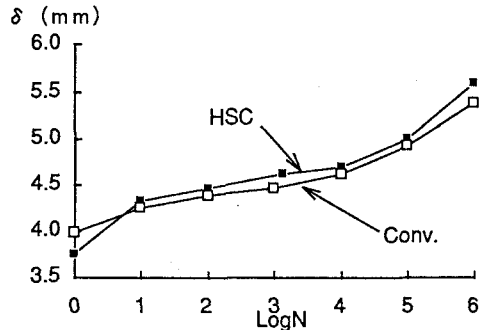


図.4 載荷回数とたわみの関係

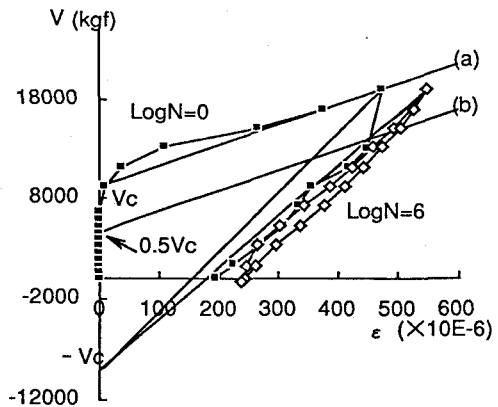


図.5 せん断力とスターラップのひずみ (HSC, a/d=2)