

大阪セメント(株) 研究所 正会員 後藤年芳
 阪神高速道路公団 工務部 正会員 河井章好
 阪神高速道路公団 工務部 正会員 木元義久

1. ま え が き

道路橋RC床版のひびわれ抵抗性の改善策の一つとして、曲げ・引張強度およびたわみ性が大きく、ひびわれ分散性能のすぐれた鋼繊維補強コンクリートを用いることは有効であると考えられている。鋼繊維補強コンクリートに関する基本的性状の更驗は、多数報告されているが、実際に利用するにあたり、入手できる材料を用いた適切な配合、基本性状、施工性等と確かめなくては必要がある。

本報告は、関西地区で標準的に使用されている骨材および2種類の鋼繊維を用いた鋼繊維補強コンクリートの基本的性状を試験した結果および床版用に適当と考えられる配合のコンクリートのポンプ圧送試験の結果について述べたものである。

2. 実 験 概 要

(1) 使用材料：更驗に用いた骨材は、細骨材として海砂と砕砂の重量混合比が3：7の混合砂、粗骨材として最大寸法20mmの砂岩碑石で、それらの物理的性質を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。鋼繊維は、伸線要形型S(神所製鋼所製)： $\phi 0.5 \times 30^{\text{mm}}$ とせん断要形型I(住友金属工業製)： $\phi 0.21 \times 60 \times 25^{\text{mm}}$ の2種類を用いた。

(2) 試験項目および試験方法：先に示した材料を用い、配合試験、圧縮引張曲げ強度試験を行った。また、材料4週間の圧縮強度試験時に弾性係数、ポアソン比を、曲げ強度試験時にスパン中央たわみの測定を行った。ポンプ圧送試験は、5インチ管により、揚程20m、水平圧送距離約60mを想定し、図-1に示す水平換算距離160mの配管を用い、最大吐出量85%のピストン式コンクリートポンプ車(石川島播磨重工業製)を使用して実施した。更驗要領は、表-2に示す種類のコンクリートを、30、20、10%の圧送量で圧送した場合の圧送圧、コンクリートのスランプおよび空気量を測定した。なお鋼繊維補強コンクリートの製造は、ベースコンクリートとマジテータ車で現場に搬送し、マジテータを高速回転させながら鋼繊維と遠心式分散機により混入する方法により行い、同時に騒音の測定も行った。

3. 実 験 結 果

(1) 配合試験：鋼繊維補強コンクリートの配合は表-3に示すように、鋼繊維の種類、混入率により変化するが、普通コンクリートよりも細骨材率を13~24%大きくする必要があった。また、鋼繊維の種類別の比較では、せん断型Iを用いた場合は、

表-1 使用骨材の性質

	比重	吸水率 (%)	弾性率 (%)	F.M.
細骨材	2.56	2.2	61.7	2.77
粗骨材	2.69	0.5	56.9	6.81

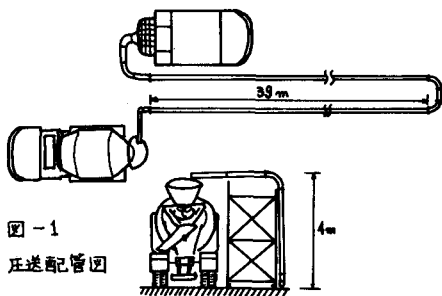


表-3 配合試験結果

コンクリートの種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg/m³)	鋼繊維 種類 混入率
普通コンクリート				42	170	— —
SFRC-S-1.0				55	203	S 1.0%
SFRC-S-1.5	10±1	40±0.5	50	63	215	S 1.5%
SFRC-I-1.0				61	217	I 1.0%
SFRC-I-1.5				66	236	I 1.5%

表-2 ポンプ圧送試験用コンクリートの配合

コンクリートの種類	W/C	S/A	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位水量 (kg/m³)	単位セメント量 (kg/m³)	水和剤 Pc:10.70	鋼繊維 (kg/m³)
普通コンクリート	48.5	42	8~10	35~45	165	340	850cc	0
SFRC-1(S)	47.2	63	19~21	35~45	203	430	1075cc	120
SFRC-2(I)	47.2	66	19~21	35~45	217	460	1150cc	120

伸線型のSを用いた場合より、細骨材率が3~6%大きく、同一スランプを得るための単位体量は、普通コンクリートに比べて、Sの場合33~45 kg/m³、Iの場合47~66 kg/m³と大幅に増加した。

(2) 強度：圧縮強度は、鋼繊維の種類、混入率およびセメント比によって変化した、その程度は小さく、普通コンクリートと同程度であった。引張強度と曲げ強度は、鋼繊維の混入率にほぼ比例して増大し、普通コンクリートに比べ、引張強度は、1%混入時で1.1~1.3倍、1.5%混入時で1.2~1.5倍、曲げ強度は、1.0%混入時で1.3~1.6倍、1.5%混入時で1.5~2.0倍となった(図-2)。また、静弾性係数およびポアソン比は、圧縮強度が430~530 kgf/cm² (42.1~51.9 MPa)の範囲で、それぞれ26~30×10⁴ kgf/cm² (25.5~29.4 GPa)、0.21~0.23と普通コンクリートと同程度であった。

(3) 荷重-たわみ曲線と曲げタフネス：曲げ強度試験時の荷重-中央たわみ曲線の代表例を図-3に示す。鋼繊維補強コンクリートの荷重たわみ曲線は、使用する鋼繊維の形状、長さ等、また材令によって異なった形状を示した。この結果によると、曲げタフネスは、鋼繊維Sを用いた場合はIの場合の約2倍を示した。また、同じ鋼繊維を用いた場合の材令別の比較では、材令4週での値が材令1週の値より小さくなる傾向を示した。

(4) ポンプ圧送性：ポンプ圧送したコンクリートの筒先でのスランプは、圧送前に比べ2.7~4.4 cm低下した。圧送量により、筒先でのスランプは変化し、圧送量が多くなる程大きくなる傾向を示した(図-4)。圧送主油圧と圧送量はほぼ直線関係にあり、スランプ、細骨材率、セメント量の大さかった鋼繊維Sを用いたコンクリートは、普通コンクリートよりも同一圧送量での主油圧は小さくなった(図-5)。

この結果から、鋼繊維補強コンクリートでも鋼繊維が適当な分散機を用い、ファイバーボールがでないように十分分散されておれば、ポンプ圧送時に特に問題はないことが明らかとなった。しかし、鋼繊維補強コンクリートのポンプ圧送時の基本的な注意点を、今回の実験中に観察されたこととともについて述べると、

- ① ポンプ車のコンクリートホッパー上のスクリーンを除かないと鋼繊維補強コンクリートの受け入れがでない
- ② 従って、ファイバーボールがでないように、鋼繊維を十分分散させる必要がある

ということであった。このことから、鋼繊維の受け入れが容易で、ファイバーボールを除去できるスリットの考察が望まれる。また、

アジテータドラムの高速回転時の騒音は、測定の結果、低速回転時よりも約20dB程度大きかった。

最後に、本研究を行うにあたり、御指導をいただいた、京都大学 岡田清教授、小林和夫助教授、神戸大学 藤井孝助教授、立命館大学 児島孝之助教授に、深く感謝の意を表します。

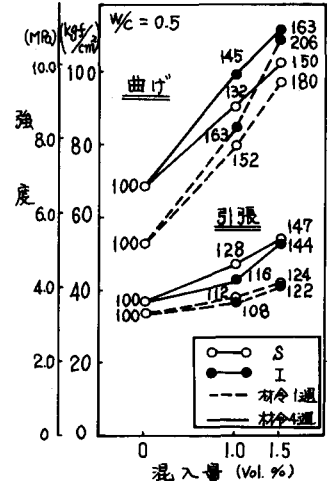


図-2 鋼繊維混入量と強度の関係

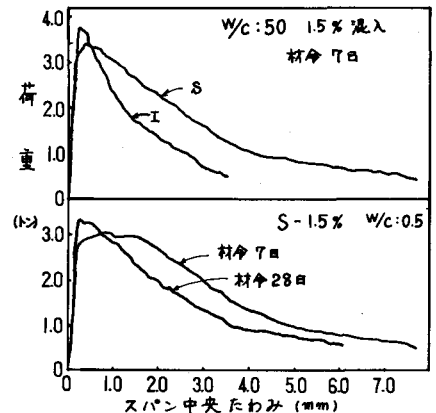


図-3 荷重-たわみ曲線

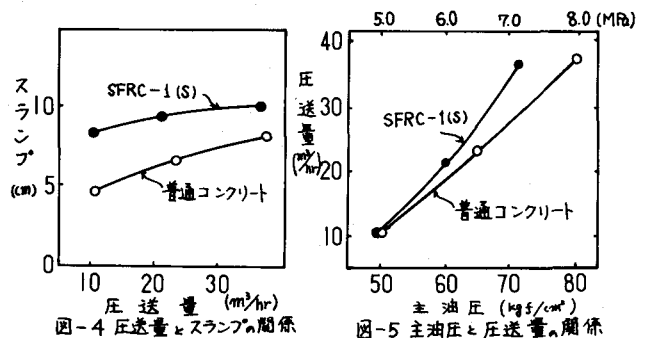


図-4 圧送量とスランプの関係

図-5 主油圧と圧送量の関係