

和歌山工業高等専門学校
同上正会員 戸川 一夫
正会員 中本 純次

1. まえがき

本研究は鋼繊維補強コンクリートと膨張コンクリートのそれぞれの長所に注目し、それらの相乗効果を期待して、鋼繊維と膨張材とを混入したコンクリートの引張特性、曲げ特性および靱性、さらに鋼繊維補強膨張コンクリートはり部材の力学的特性を明らかにするために基礎的な実験を行ったものである。

2. 実験計画

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材はリ砂、粗骨材は最大寸法10mmの硬質砂岩砕石とそれぞれ使用した。コンクリートの示方配合を表-1に示す。膨張材はカルシウムサルホアルミネート系のもので使用した。使用した鋼繊維の形状は $0.25 \times 0.5 \times 25$ mmのものである。割裂試験には $\phi 10 \times 20$ cmの内柱状試体を、曲げ強度および曲げ靱性試験には $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱状試体を使用した。曲げ強度等は3等分点2点載荷方法によって求めた。はり部材は図-1に示す断面形状のものである。はり部材の繰り返し載荷方法はコンクリート圧縮線ひずみが 2×10^{-3} に相当する荷重と上限荷重とし、死荷重(土木学会PC標準示方書の許容引張応力度値を参考にして算定)を下限荷重とし、上限荷重と死荷重に対するスパン中央たわみの差を各繰返いに与えて、変位を漸次増加して破壊させるやり方とした。すべての供試体は打込み直後より材令1日間で濡布養生し、材令1日で脱型し、試験日材令28日まで水中養生($20 \pm 2^\circ\text{C}$)した。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材寸法 (mm)	水材比 W/C+E (%)	細骨材 S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
			W	C+E	S	G
10	60	60	240	400	942	640

3. 結果と考察

図-2は割裂強度試験結果を示している。鋼繊維を混入することによって、これまで言われているように割裂強度は著しく増大する。単位膨張材量80kg/m³の膨張コンクリートは鋼繊維を混入では極端に強度は低下するが、鋼繊維を2% (コンクリート容積に対して) 混入することによって強度は大幅に改善されることがわかる。また、図-3には曲げ強度試験結果を示している。割裂強度と同様に曲げ強度も鋼繊維を混入することによって増大することがわかる。普通コンクリートの曲げ強度と比較して、鋼繊維を2%混入したコンクリートの曲げ強度は1.6倍程度、また、鋼繊維2%、単位膨張材量60kg/m³を混入したコンクリートでは2.0倍程度になることがわかる。図-4には曲げひびわれ発生全荷重(目視)

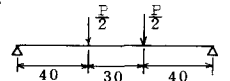
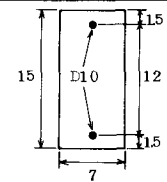


図-1 はり供試体ならびに載荷位置

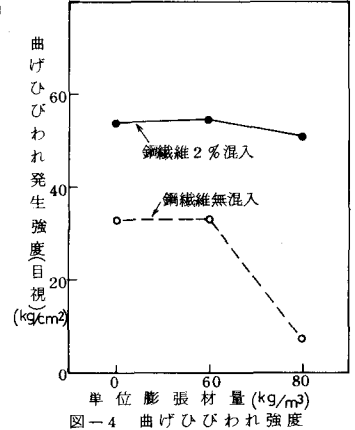
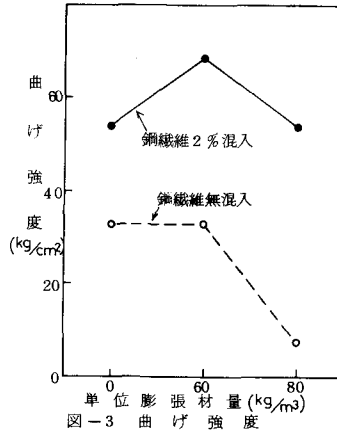
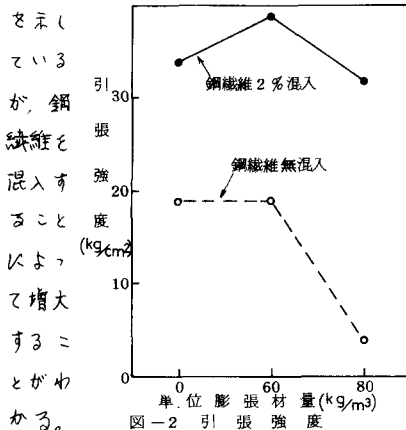


図-5 は荷重-たわみ曲線の一例を示している。たわみはスパン中央のたわみである。曲げ靱性の評価方法についてはまだ確立されたものはないが、ここでは一応、最大荷重以降の耐力が、その80%に低下するまでの曲げ荷重-たわみ曲線と横軸とに囲まれる面積を求め、これを靱性と評価した。その結果から、鋼繊維を2%混入することによって靱性は普通コンクリートの24倍程度にもなり、鋼繊維2%、単位膨張材量60kg/m³混入したときは、27倍程度になることが示されたのである。すなわち、膨張材を入れることによって、鋼繊維だけを混入する場合よりも、コンクリートの曲げ強度、割裂強度および靱性は増加することが明らかにされたと言えるのである。

図-1に示すはり部材に繰り返し載荷を与え、得られた荷重-たわみ曲線を図-6と図-7に示している。図-6は鋼繊維無混入の場合であり、図-7は鋼繊維を2%混入した場合である。このような結果より、鋼繊維を混入することによって、各載荷ごとのたわみ量は低減するとともに、破壊までのたわみ量は大幅に増大することが明らかになった。膨張材を混入した場合でも普通コンクリートの場合よりも各載荷ごとのたわみは減らすことになる。さらに鋼繊維と膨張材を混入すると、鋼繊維だけを混入した場合よりも各載荷ごとのたわみは減らすことが示されたのである。また、このとき、単位膨張材量が80kg/m³までは膨張材量が多いほど載荷ごとのたわみ量は低減する傾向を有するのである。図-8には初回の繰り返し載荷時にあって引張鉄筋に生じたひずみと荷重との関係を示している。引張鉄筋ひずみはスパン中央に貼付したワイヤストレーンゲージによって測定している。膨張コンクリートは引張鉄筋が拘束されることによってケミカルプレストレスが導入されていることになるが、これまで言われているように、載荷前に引張鉄筋が生じている引張ひずみ分だけ普通コンクリートの場合よりも、同一荷重に対する引張鉄筋のひずみの増加分は小さくなるようである。また、膨張コンクリートは普通コンクリートよりも曲げひずみ耐力は大きいことがわかる。鋼繊維と膨張材を混入したコンクリートはりでは、鋼繊維が膨張を拘束するためと考えられるが、膨張材だけを混入したコンクリートはりよりも同一荷重に対する引張鉄筋のひずみの増加分はひびわれ発生前(鋼繊維を入れていないはりのひびわれ発生前)では大きい。ひびわれ発生後は前者の方が後者よりも引張鉄筋のひずみ増加分は小さくなるのである。これは鋼繊維を混入することによってはり部材の引張側の有効性が示されたことを物語っているわけである。本研究の一部に対して昭和55年度科学研究費が与えられたことを付記し深謝する。

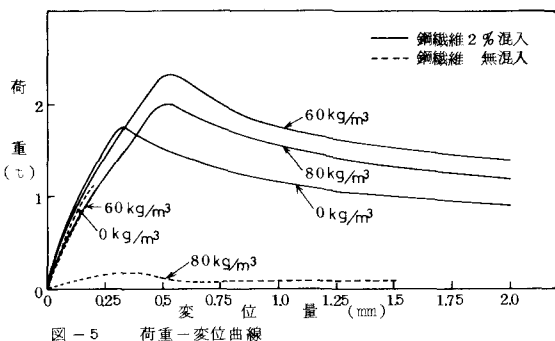


図-5 荷重-変位曲線

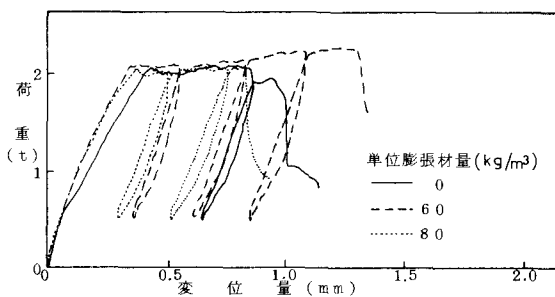


図-6 荷重-変位曲線 (鋼繊維無混入)

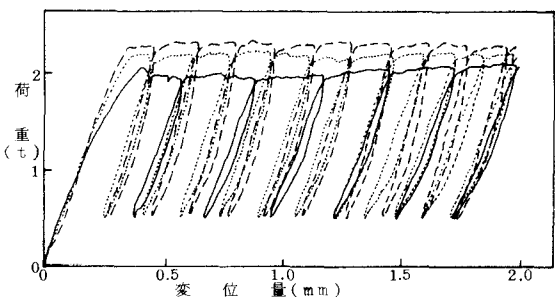


図-7 荷重-変位曲線 (鋼繊維2%混入)

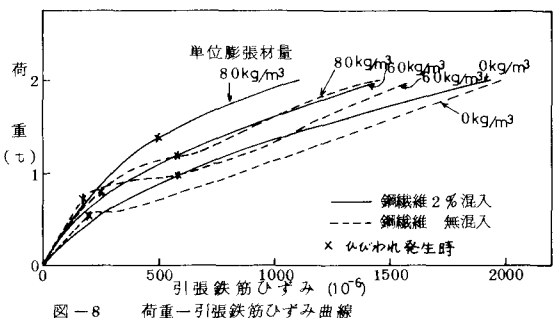


図-8 荷重-引張鉄筋ひずみ曲線