

V-224 アラミド繊維棒材を緊張材としたPCはりの損傷程度と超音波パルス速度の関係

立命館大学大学院 学生員 鳥居南康一

立命館大学工学部 正員 尼崎 省二 正員 児島孝之 正員 高木宣章

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化・損傷が社会的問題となるとともに、コンクリートの非破壊試験に関心が持たれている。コンクリートの補強材においては、従来の鋼材を用いる代わりに、耐候性、耐薬品性、非磁性に優れている繊維棒材を補強材とするコンクリート部材の研究が多く報告されている。本研究は、繰り返し荷重を受けるアラミド繊維棒材を緊張材としたプレテンション部材の損傷程度を超音波パルス速度の測定により検討した。

2. 実験概要

供試体の形状寸法は図-1に示すように15×15×210cmである。棒材の物性値を表-1に示す。配合は水セメント比44%、単位水量172kg/m³、試験時の圧縮強度は約800kgf/cm²である。引張側棒材の初期緊張力は棒材引張耐力の60%とした(下縁プレストレス量:アラミド繊維棒材を用いたはりで46.5kgf/cm²,PC鋼線を用いたはりで74.6kgf/cm²)。圧縮側棒材の緊張力は引張側棒材の約60%とした。せん断補強筋は、両方のはりとも径2mmのアラミド繊維棒材をピッチ35mmでフープ状に配置した。

載荷方法は支持スパン150cm、曲げスパン50cmの3等分点載荷で、疲労試験前に静的試験を行いひびわれ発生荷重および破壊荷重を確認した。上限荷重は、ひびわれ発生荷重付近とし(静的耐力に対する上限荷重比:0.6)、下限荷重はすべて0.5tfとした。

音速測定位置は図-2に示すようにせん断スパンと曲げスパン各々8ヶ所とした。測定は、所定繰り返し載荷後の無載荷および上限荷重載荷時に、引張縁から5cmの位置で水平方向に5cm間隔で直接法および斜角法で行った。各スパンにおける8ヶ所の計測は、発振子を決められた1点で固定し、受振子を8ヶ所移動させて行った。曲げスパンでの発振位置(固定)は測点6の反対側である。測定装置はデジタル式で、速度は振動子中心間距離で計算した。

3. 実験結果

図-3にアラミド繊維棒材を用いたはりのひびわれ状況図および上限荷重載荷時の音速、ひびわれ幅、棒材応力の増加と繰り返し回数の関係を示す。棒材応力は、ひびわれ2付近の棒ひずみから求めたものであり、下限応力(有効プレストレスによる応力)を0としている。このはりは200万回の繰り返し載荷に耐えており、せん断スパンのひびわれは少ないので曲げスパンについて検討する。曲げスパン内の直接法による測定箇所は測点6である。音速測定方向にひびわれのない測点5,6,7の音速は200万回までほぼ一定であり、せん断スパンの音速の傾向と同じで、同程度の音速を示している。音速測定方向にひびわれを挟んでいる測点

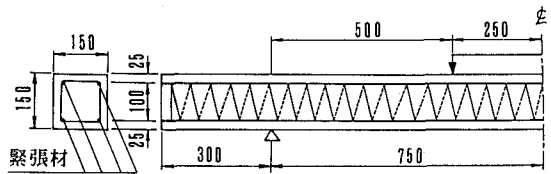


図-1 供試体の形状寸法

表-1 棒材の物性値

種類	アラミド	PC鋼線
呼び径(mm)	6	7
引張耐力(tf)	3.8	6.1
引張強度(kgf/cm ²)	15200	15850
弾性係数(kgf/cm ²)	6.4×10 ⁵	20.0×10 ⁵
伸び(%)	2.4	8.0

PC鋼線の降伏点は13900kg/cm²

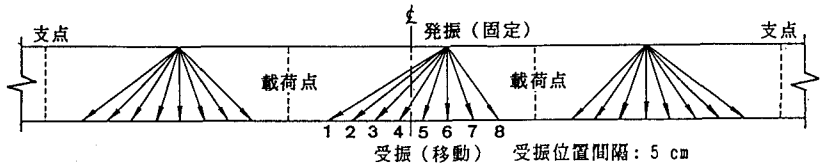


図-2 音速測定位置

1,2,3,4は音速低下が生じた。測点1は、ひびわれ1の発生後、音速が低下し、ひびわれ1,2の進展にともない更に音速が低下し、ひびわれ1のひびわれ幅が安定する5万回で一定値を示した。ひびわれ2はひびわれ1よりひびわれ幅が小さく、その進展が遅いので、測点1の音速低下はひびわれ1の影響が大きいと考えられる。測点2,3,4は、音速が低下する速さに差があるものの、ひびわれ2の発生ならびにその進展に伴い音速が低下した。音速低下はひびわれ2に近いほど大きい。これは、ひびわれによる伝播距離の増加率がひびわれに近い測点ほど大きくなるためである。測点4において、繰返し回数60万回での音速低下はひびわれ2の進展を大きく反映している。測点8の音速は、大きな変動を示している。これは、測点上にひびわれがあるために、振動子位置が少し動くと受振電圧が大きく変動するためと考えられる。所定回数載荷後の無載荷時の音速は、ひびわれが閉じているため大きな音速低下は観測されなかった。

図-4にPC鋼線を用いたはりのひびわれ状況図および音速、ひびわれ幅と繰返し回数の関係を示す。PC鋼線の場合は、約155万回で破壊したものの、音速変化はアラミド繊維棒材の場合とほぼ同じ傾向が観測された。音速測定方向にひびわれのない測点5,6,7の音速は、140万回までアラミド繊維棒材の測点5,6,7と同じ傾向を示し、同程度の音速を示しているため音速測定へのPC鋼線の影響はないと考えられる。その他の測点は、処女載荷によるひびわれのために処女載荷時に音速が低下している。測点2,3の音速は、ひびわれ5の幅とその進展が小さいので低下も比較的小さい。測点4は、ひびわれ上にあるため音速が変動している。測点1の音速は、繰返し回数1万回後のひびわれ4,5のひびわれ幅の増大および進展に伴い大きく低下している。その後、ひびわれ4は20万回まで徐々に進展しているものの、ひびわれ幅が比較的小さいため測点1の音速低下の増大には至っていない。

部材の耐力あるいは寿命の低下を音速低下により評価することは困難であるが、音速測定方向にひびわれを挟んだ斜角法により、ひびわれ進展あるいは部材の損傷進行程度をとらえることができると考えられる。

今回、発振子を固定し受振子を移動させるという方法を採ったが、測定方法をもっと工夫すれば更に成果が期待できると考える。

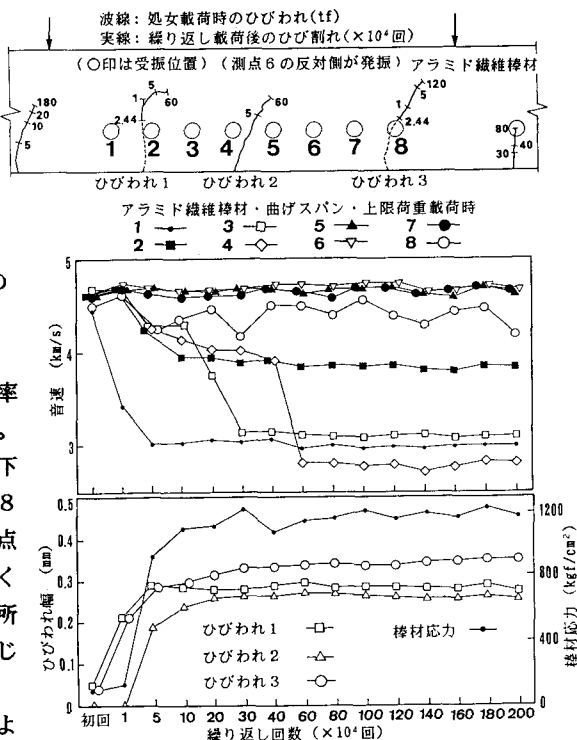


図-3 アラミド繊維棒材を緊張材としたはり

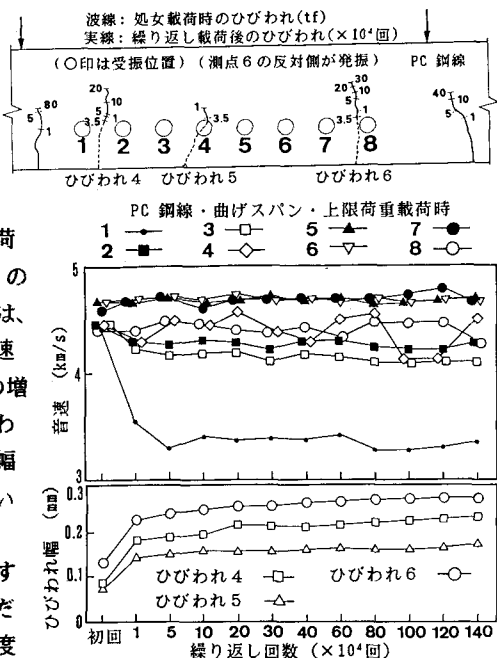


図-4 PC鋼線を緊張材としたはり