

V-150 ひびわれを受けた鉄筋コンクリートの圧縮強度低下機構

○ 正会員 宮原長久（首都高速道路公団）
 学生員 仙名 宏（東京大学大学院）
 正会員 前川宏一（東京大学工学部）

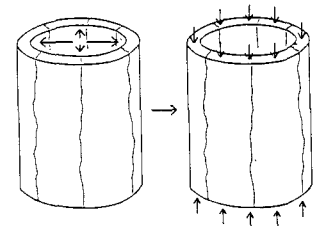
1. はじめに

ひびわれが分散して存在する状態の鉄筋コンクリート平面要素の圧縮強度及び剛性は、ひびわれ平行方向に対して低下することが認められている〔1,2〕。この強度・剛性低下は、ひびわれに直交する方向に測った平均ひずみの関数として解析に反映されているが、ひびわれ幅が大きく開いた状態では、圧縮強度の低下率はひびわれの平均間隔にも依存していることが実験的に明らかになってきた〔2〕。しかし、圧縮強度の低下とともに強度に到達する際の圧縮ひずみも変化する理由は明確にされていない。

本研究では、圧縮強度ならびに圧縮強度に到達する際のひずみの低下が、ひびわれにはさまれたコンクリートの内部応力分布に関連があるものと考えた。そこで、分散したひびわれを鉄筋コンクリート要素に導入し、ひびわれ間のコンクリートのひずみ分布を詳細に測定し、要素レベルの強度・変形性とコンクリートのひずみ分布の関係について検討を行った。

2. 実験方法

円周方向に配筋した円筒シェル（外径332mm, 厚さ37mm, 高さ480mm）に内圧を作用させてひびわれを導入した後、内圧を除荷した状態でひびわれ平行方向に圧縮荷重を行った（図1 参照）。このとき、ひびわれ間に接着したひずみゲージ（21本）によってコンクリートの局所的なひずみ分布を測定するとともに、変位計によって要素全体の平均ひずみを測定した〔1〕。載荷時において逐次、除荷一再載荷を繰り返した。



ひびわれ導入 圧縮荷重
図1

3. コンクリートのひずみ分布と鉄筋コンクリート要素としての圧縮強度

既往の研究〔1〕より、圧縮強度が最も低下する状態とはひびわれ間隔が小さく、かつひびわれ幅が1mm 以上開いた状態に相当する。そこで、鉄筋比0.8%, 平均ひびわれひずみ13000 μ （平均ひびわれ幅1.04mm）に設定して載荷実験を行った。図2aに平均圧縮応力—平均ひずみの関係を示すとともに、図2bに平均圧縮ひずみ1000 μ レベルと圧縮強度到達時のコンクリートのひずみ分布を示す。

ひびわれ間のコンクリートの局所的なひずみの分布は一樣ではなく、平均値のまわりに変動していることがわかる。したがって、局所的には平均ひずみよりも大きいひずみが発生する個所が必ず存在する。本実験ではコンクリートの局所的なひずみが約2500 μ を越えた所で部材としての最大耐力に到達した。

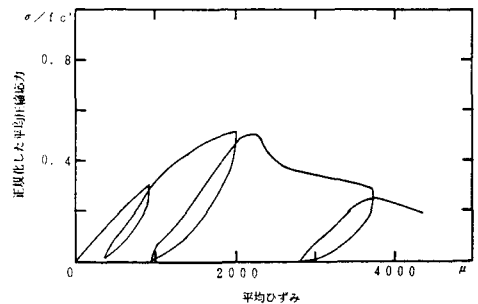


図2a 平均圧縮応力—平均ひずみ関係

局所的なひずみがある値に到達した段階で部材としての耐力が決定されるかどうかを検証する意味で、鉄筋比0.3%, 平均ひびわれひずみ7070 μ （平均ひびわれ幅1.85mm）に設定して、ひびわれが極めて屈曲してコンクリートに導入された時のひずみ分布を図3に示した。このとき、ひびわれ間のコンクリートのひずみ

分布は、比較的直線状に変化している。この場合も局所的なひずみが 2500μ 以上となった段階で部材としての耐力に達した。

以上の結果より、ひびわれによる強度の低下の一因として、曲げと圧縮を受ける柱部材と同様に、ひびわれ形状の不均一さによって曲げの効果が導入され、結果として軸圧縮耐力が低下すると考えられる。換言すれば、局所的な応力（ひずみ）が不均一になるために断面が有効に外力に抵抗しなくなると解釈できよう。最大耐力に対応するひずみがひびわれの影響で小さくなる現象も、ひびわれ導入によって応力分布に変動が表れることで説明できる。

以上の論旨に従えば、ひびわれを受けても耐力があまり低下しない条件では、応力（ひずみ）分布の不均一性が小さくなければならない。そこで、既往の研究〔1〕より、耐力の低下が小さい状況を再現する目的で、鉄筋比0.3%，平均ひびわれひずみ 7140μ （平均ひびわれ幅1.85mm）に圧縮条件を設定して、ひびわれ間隔が大きくなるようにした。しかも、ひびわれが直線的になるようにモルタルを用いた。図4に、図2bと同じ平均圧縮ひずみ下でのコンクリートの局所的なひずみ分布を示した。ひびわれ間隔の大きい条件ではひずみの分布幅、すなわち、応力の平均値周りの変動は明らかに小さい。

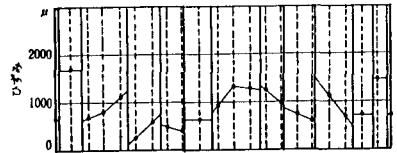
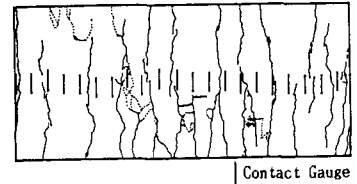
4. まとめ

鉄筋コンクリートの圧縮応力下におけるコンクリートの局所ひずみ分布の測定より、以下のことが認められた。

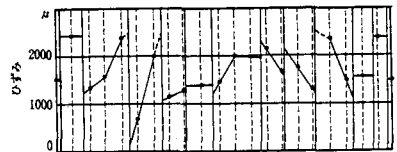
- (1) ひびわれ導入によって、コンクリートの局所的な応力分布が均一性を失い、その結果、部材としてみたときの最終耐力時の強度とひずみ（平均値として）が低下する。
- (2) コンクリートの局所的な応力（ひずみ）分布の不均一性が大きいほど、部材としての圧縮耐力も低下する。
- (3) 応力分布（ひずみ）の不均一性は、ひびわれ間隔およびひびわれの形状にも依存することが確認された。

【参考文献】

- (1) 宮原長久、川上泰司、前川宏一：ひびわれを含む鉄筋コンクリート板要素の一軸圧縮応力下における非線形挙動、土木学会論文集第378号/V-6 1987年2月
- (2) Vecchio, F.J. and Collins, M.P. : The response of Reinforced Concrete to In-Plane Shear and Normal Stresses, University of Toronto, March, 1982

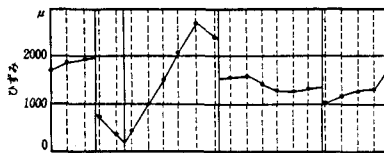
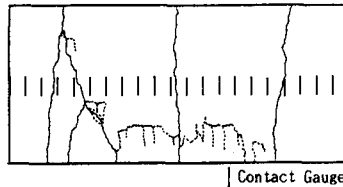


平均圧縮ひずみ 1000μ レベル



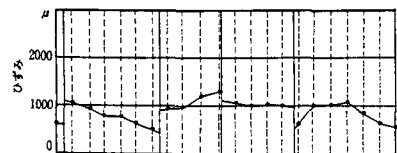
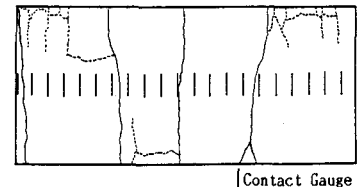
圧縮強度到達時

図2b ひびわれ図及びひずみ分布



圧縮強度到達時

図3 ひびわれ図及びひずみ分布



平均圧縮ひずみ 1000μ レベル

図4 ひびわれ図及びひずみ分布