

V-50 マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の定着破壊性状と破壊エネルギーに関する研究

東北学院大学大学院 学生員○半田昌博
東北学院大学工学部 正会員 大塚浩司
東北学院大学工学部 広野 武

1. まえがき

本研究は、マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の定着破壊性状を、X線造影撮影法を用いて実験的に検討するとともに、定着破壊時の破壊エネルギーを測定し、破壊力学的見地から考察を加えたものである。

2. 実験材料

セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は最大寸法15mmの砕石を使用した。使用鉄筋は市販の横節異形鉄筋SD345、D16およびD25である。造影剤は、研究室で工業用に開発したものをを使用した。

3. 実験方法

供試体の形状および寸法は、図-1に示すとおりである。この供試体に鉄筋と平行にX線造影撮影のための造影剤注入孔を設けた。埋め込み鉄筋は、表-1に示すように鉄筋本数、埋め込み長さ、鉄筋間隔を変えた11種類を設けた。

実験装置は、図-2に示すとおりである。この引張載荷装置の上部クロスヘッド①で鉄筋を固定し載荷した。供試体はバンドで下部反力側クロスヘッド②に固定することにより、鉄筋に自重がかからないようにした。そして、鉄筋にL型金具を取り付け、コンクリート表面との相対変位を測定した。

また、使用したX線装置の透過能力の限界のため、供試体の厚さを10(cm)以下にする必要がある。そこで、コンクリートの割裂をさせ、マッシブなコンクリートにおける引き抜きと同様の状態を与えるために、供試体横断面長軸方向の両側から図-2中に示したようなボルト締め付けによるプレストレスを与えた。

また、実際に図-1に示されるようなマッシブなコンクリートの引き抜き実験を行い両供試体の測定値を比較し、上記プレストレスの大きさの妥当性を検証した。

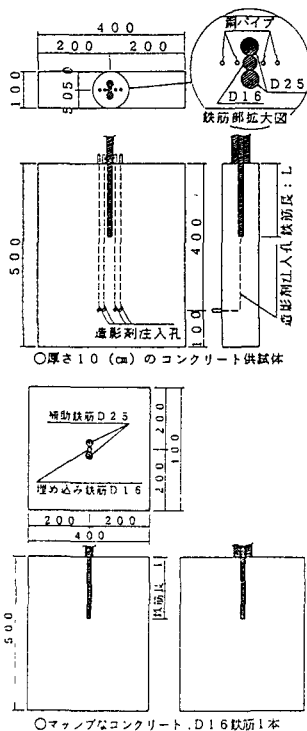


図-1 供試体形状寸法

表-1 埋め込み鉄筋の種類

供試体 No.	鉄筋本数	埋め込み長さ : L (mm)	鉄筋間隔 : B (mm)
A-1	D16×1	100	—
A-2	D16×1	150	—
A-3	D16×1	200	—
B-1	D16×2	100	30
B-2	D16×2	150	30
B-3	D16×2	200	30
C-1	D16×2	100	60
C-2	D16×2	150	60
C-3	D16×2	200	60
D-1	D16×1	100	—
D-2	D16×1	150	—

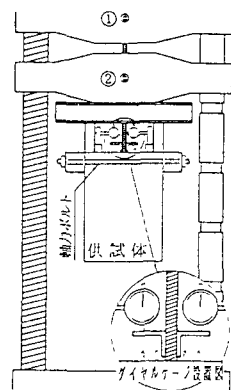


図-2 実験装置

4. 実験結果の概要

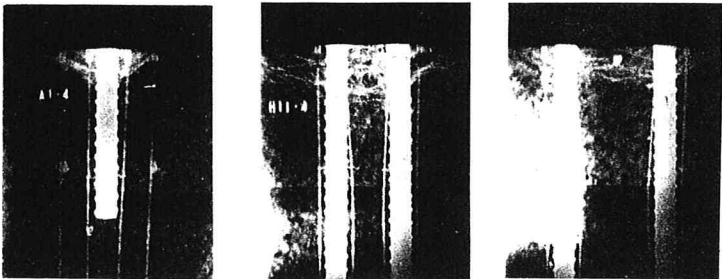
異形鉄筋の引き抜き実験を行った結果、実験の範囲内で次のことがいえる。

定着鉄筋周辺のコンクリート内部のひびわれ状況（写真－1）を観察した結果、埋め込み鉄筋1本の場合、鉄筋周辺に発生した内部ひびわれのいくつかは成長してコーン状破壊を生じる。また、埋め込み鉄筋2本の場合、相互の鉄筋が影響し合うため、鉄筋間の領域では深部まで多数のほぼ水平で複雑に交差したひびわれを形成すること。コーンの頂点の位置は、鉄筋1本の場合より深い位置になる。

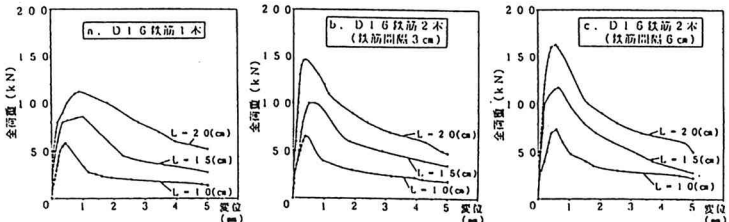
定着鉄筋の荷重－変位曲線（図－3）は、ピークを過ぎて急速に軟化するが、しばらくすると軟化率はゆるくなり、変位が5 (mm) になっても荷重はゼロとはならない。これは、定着鉄筋が、一般に、コーン状破壊とそれより深部の鉄筋の節間のせん断破壊との両者からなっており、コーン状破壊が終了しても、せん断破壊部の引き抜き抵抗が存在するからであると考えられる。

狭い間隔に並んで定着された2本の鉄筋の1本当たりの最大荷重（図－4）は、単独または広い間隔に埋め込まれた鉄筋の最大荷重の50～60%になることがある。これは群効果を生じ、2本の鉄筋の力が重なり合う領域が生じ、定着鉄筋に関する鉄筋1本当たりのコンクリート領域が小さくなるためである。

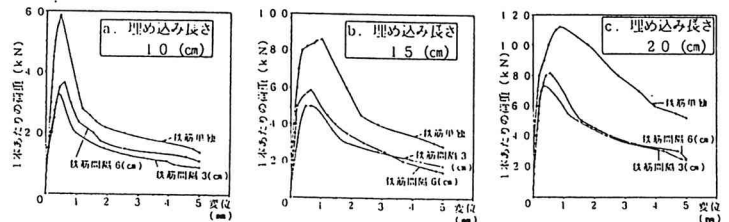
定着鉄筋の荷重－変位曲線（図－5）から定着破壊に用いられたエネルギーを求め、内部ひびわれ発生状況からそのエネルギーが消費された破壊領域を求め、両者から破壊エネルギー $G_f I$ （図－6）および $G_f II$ （図－7）を計算した結果、鉄筋本数、埋め込み長さ等の違いにかかわらず、かなり似た値となった。このことは、コンクリートの定着破壊領域の面積あるいは体積が分かれば、コンクリートの特性値である G_f より、定着強度や変形量を計算することが可能となることを示唆しているものと考えられる。



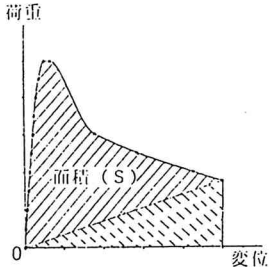
写真－1 X線造影撮影によるひびわれ展開状況



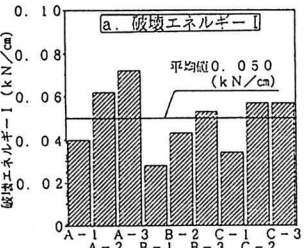
図－3 埋め込み長さの違いによる全荷重－変位曲線の変化



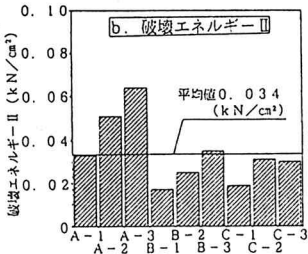
図－4 鉄筋1本当たりの荷重－変位曲線



図－5 荷重－変位曲線で囲まれた面積



図－6 破壊エネルギー $G_f I$



図－7 破壊エネルギー $G_f II$