

割裂強度におよぼすコンクリートの断面形状の影響について

東北大学 学生員 ・ 妹島 淳生
 東北大学 正員 三浦 尚
 東北大学 学生員 大沢 健治

1. はじめに

通状のめくり厚をもち梁形鉄筋を使、た鉄筋コンクリート部材定着部の付着破壊は、コンクリートの割裂によって生じる。割裂破壊のメカニズムは複雑で、割裂強度の算定にあたり、ては、多くの要素が考慮されなければならぬ。近年、めくり厚および鉄筋間をあきを割裂強度の計算にとり入れた方法が示されている。しかし、割裂強度は、めくり厚や鉄筋間をあきのみでなく、部材断面の形状や断面中の鉄筋位置から影響を受けることが考えられる。

そこで、本研究は、部材断面形状のちがいが鉄筋コンクリート部材定着部の割裂強度にどのような影響を与えるかについて、実験・解析を行い検討したものである。

2. 実験材料

この実験に使用したセメントは、早強ポルトランドセメント、骨材は、宮城県白石川産川砂および宮城県大森産砕石（粗骨材の最大寸法は20mm）である。コンクリートの圧縮強度は、材令7日では約300kg/cm²であった。鉄筋は、市販の横フシ梁形鉄筋を用いた。

3. 実験方法

図1に示すような、コンクリートに埋め込んだ鉄筋を引抜き、引抜き試験を行、た。引抜き試験を各供試体について行、て、求めた結果を比較して、断面形状の割裂強度におよぼす影響を調べた。

実験は、以下（実験Ⅰ）、（実験Ⅱ）、および（実験Ⅲ）に述べる断面をもつ供試体について行、た。いずれの（実験）においても、破壊時の平均付着応力度を求め、また、ひびわれの観察を行、た。平均付着応力度とは、引張り力を（鉄筋周長×付着長さ）で割、たものである。

（実験Ⅰ） 図2に示す3種の形状について実験を行、た。断面Aは、断面100×100で、断面の中心に鉄筋を配置したもの。断面Bは、断面180×270で、鉄筋を断面の下方に配置したもの。断面Cは、断面200×200で、鉄筋を断面のズミに配置したものである。いずれの断面も最小めくりを42mmとした。

（実験Ⅱ） 図3に示す3種について行、た。これらは、（実験Ⅰ）の断面の最小めくり部1か所に、1本のスリットを入れて、割裂ひびわれが起生している状態をつくらしたものである。

（実験Ⅲ） 図4に示す2種について行、た。これらは、（実験Ⅰ）の断面の最小めくり部を、横方向鉄筋で補強したものである。

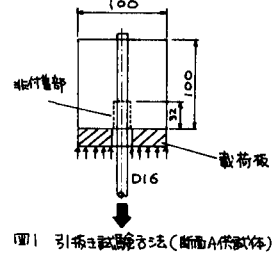


図1 引抜き試験方法(断面A供試体)

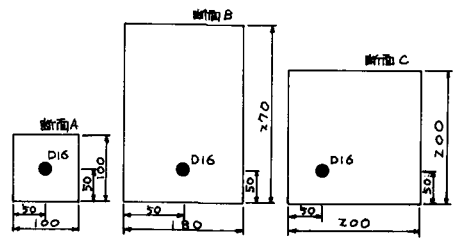


図2 実験Ⅰ 供試体断面図

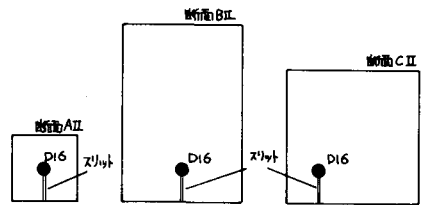


図3 実験Ⅱ 供試体断面図(スリット入)

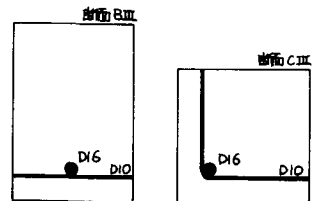


図4 実験Ⅲ 供試体断面図(補強筋有)

4. 実験結果および考察

(実験Ⅰ) まず、図5に、各断面A, B, およびCに発生したひびわれを示す。断面Aには、鉄筋を中心に、多くは3本のひびわれが発生した。断面Bには、鉄筋を中心にY字状のひびわれが発生した。断面Cには、最小かぶり部のひびわれとともに、断面のスミに三角形をつくるようなひびわれが発生した。このように、断面の形状、鉄筋の位置が変わると、ひびわれの発生パターンが変わることがわかる。各断面とも、ひびわれはいずれも同時に発生した。

次に、表1(実験Ⅰ)に各供試体の破壊時の平均付着応力度(τ)および τ_c/σ_c , τ_s/σ_c を示す。 σ_c , τ_c , および τ_s とは、それぞれ、断面A, B, およびCの供試体の破壊時の平均付着応力度である。 σ_c , τ_c , および τ_s は、1回の実験ごとにばらつきがみられた。しかし、 τ_c/σ_c , τ_s/σ_c は、ともに1.1程度とよく一致し、断面B, Cのどちらの供試体も、断面Aの供試体に比べ、たかだか10%程度ではあるが、破壊時の平均付着応力度は高く、断面形状のちがいが割裂強度に差をもたらしことを示している。

(実験Ⅱ) スリットを入れた場合のもので τ_c/σ_c , τ_s/σ_c は、表1(実験Ⅱ)に示すとおりであった。スリットを入れると断面Aの供試体では約50%、断面Bの供試体では約17%、断面Cの供試体では約35%、いずれも減少した。減少した割合はいずれの場合もかなり高く、最小かぶり部は割裂強度に対し重要なものであることを示している。

(実験Ⅲ) 最小かぶり部を横方向鉄筋で補強すると、(実験Ⅰ)とは異なり、1つ1つのひびわれ発生に時間的な差があらわれた。つまり、ひびわれの発生は、図6に示すように、まず最小かぶり部①に起こり、つづいて他の箇所②に起こった。①のひびわれが発生すると、荷重は減少するばかりで増加することはなく、最小かぶり部のひびわれ発生は、部材が最大耐力に達したことを示している。

最後に、(実験Ⅰ)の断面面の応力解析を試みた。図7のように、鉄筋からまわりのコンクリートに等分布圧縮力がかかるようにして、弾性の範囲で計算した。最小かぶり部の引張主応力は、断面Aが若干大きかったが、図8に示すとおり、断面B, Cとはほとんど差はなかった。(参考文献)

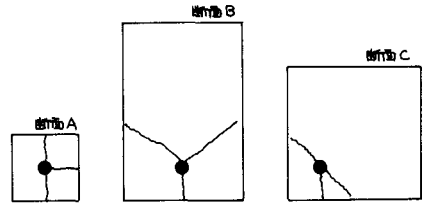


図5 実験Ⅰ ひびわれ図(代表例)

表1 破壊時の平均付着応力度 および τ_c/σ_c or τ_s/σ_c

| 実験回数 | 断面 | f'_c kg/cm ² | τ kg/cm ² | τ_c/σ_c or τ_s/σ_c |
|------|-----|---------------------------|---------------------------|--|
| Ⅰ | 1 A | 300 | 122.9 | 1.14 |
| | B | | 140.3 | |
| | 2 A | 318 | 133.4 | 1.14 |
| | B | | 152.0 | |
| | 3 A | 311 | 130.4 | 1.13 |
| | B | | 146.7 | |
| | 4 A | 301 | 133.4 | 1.13 |
| | B | | 150.9 | |
| Ⅱ | 1 A | 302 | 128.0 | 1.15 |
| | C | | 147.0 | |
| | 2 C | 303 | 157.8 | >1.15 |
| | Ⅲ | 1 A | 310 | 62.7 |
| B | | 123.3 | | 2.0 |
| C | | 99.4 | | 1.8 |

f'_c : コンクリートの圧縮強度
 τ : 破壊時の平均付着応力度

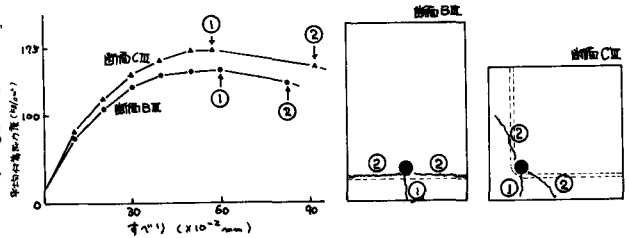


図6 実験Ⅲ ひびわれ発生順序(代表例)

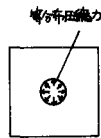


図7

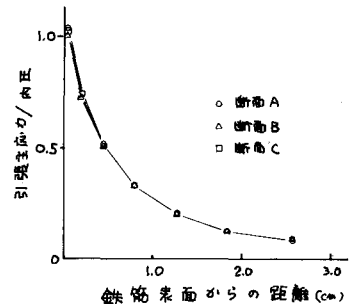


図8 最小かぶり部の(引張主応力)/(内圧)

J.O. Jirsa, ACI "A Reevaluation of Test Data on Development Length and Splices", ACI Journal, March, 1977