初期ひび割れを有するコンクリートの圧縮強度・圧縮破壊エネルギーに関する実験的研究

名古屋大学大学院	学生会員	○南里	卓洸		
名古屋大学大学院	フェロー会員	中村	光		
名古屋大学大学院	正会員	三浦	泰人	山本	佳士

1. はじめに

コンクリートの圧縮強度・圧縮破壊エネルギーなど の力学パラメータは、既存ひび割れの影響を受けるこ とが想定される. 圧縮強度については、宮原ら¹⁾によっ て板部材を用いてその影響が明確にされているが、棒 部材のようにある程度断面積があり、ひび割れが規則 的に分布しないような場合についての検討はされてい ない. 一方、コンクリートの圧縮破壊エネルギーにつ いては、中村ら²⁾によって算定式が提案され、その有用 性が現在では広く認められているが、既往の圧縮破壊 エネルギーは、初期ひび割れがないコンクリートを対 象としたものである. そこで本研究では、柱部材のよ うに比較的少数のひび割れが発生した状態で圧縮破壊 が生じる場合を対象とし、ひび割れが圧縮強度・圧縮 破壊エネルギーに及ぼす影響を実験的に評価した.

2. 実験方法

本実験では、 φ100×200mm のコンクリート円柱供試 体を対象とした実験を行った.14日間の水中養生の後, 一軸圧縮試験による載荷を行った. 今回作製した, 損 傷のない供試体の平均圧縮強度は 40MPa であり、供試 体間の誤差もわずかであった.本実験の目的である初 期ひび割れは、図-1 に示すように割裂引張試験法によ り導入し、ひび割れの本数が1本の場合、互いに直行 する2本の場合、およびひび割れを導入しない場合の3 通りを試験ケースとした.ひび割れ導入後,図-1内の ひび割れ幅の測定で示すように、円柱側面に導入した 各ひび割れ上の、上下各底面から 20mm の位置および 側面中央部において, ひび割れ幅をクラックスケール で計測し、その平均値を平均ひび割れ幅とした. ひび 割れ導入後、供試体の上に鋼板を据え置き圧縮試験を 行い,図-1内の圧縮試験で示すように、上下各2点ず つ測定した変位計の値から算出した相対変位を供試体 変位とした. 圧縮試験においては、ポストピーク挙動 を精度よく計測するため,図-1内の応力変位関係に示



図-1 実験フロー

すように載荷・除荷を繰り返し行った.

3. ひび割れが圧縮強度に及ぼす影響評価

平均ひび割れ幅と圧縮強度の低下度の関係を図-2に 示す. 図の縦軸は、各供試体の圧縮強度(f_)を、ひび割 れ本数0本の供試体の圧縮強度の平均値(f_0)で正規化 したものであり、図中の○印、○印、○印はそれぞれ ひび割れ本数が0本,1本,2本の供試体の結果を示し ている. これによると, 平均ひび割れ幅が 0.5mm 程度 までは圧縮強度が低下するものの、それを超えると、 平均ひび割れ幅によらず圧縮強度は低下傾向を示さな くなることがわかる.また、ひび割れ本数の異なる〇 印と〇印において同様な傾向があることから、圧縮強 度の低下はひび割れ本数の影響が少ないことがわかる. 宮原らや Collins ら³⁾は、多数のひび割れを導入した板 状部材を対象とした実験から、ひび割れを含む平均ひ ずみにより圧縮強度の低減を表す式を提案している. しかし、今回対象とした供試体はひび割れ幅から平均 ひずみへの変換が困難なものであり、平均ひずみの概 念を適用できない. そこで,図-2に■印で, 宮原らの 実験で得られた平均ひび割れ幅と圧縮強度の関係を併 せて示す. 宮原らの実験結果と本実験の結果は同様の 傾向を示すことが分かる.このことは、圧縮強度の低 減は、既往の評価式で用いられるひび割れを含む平均

キーワード: 圧縮破壊エネルギー, 圧縮軟化, ポストピーク, 圧縮強度 連絡先〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科 (052)789-3735/4637

-1279-



図-2 平均ひび割れ幅と圧縮強度

ひずみではなく、平均ひび割れ幅で評価した方が妥当 である可能性を示す結果といえる.

4. 圧縮強度の低下要因の評価

今回対象とした供試体は、割裂試験によりひび割れ を導入したものであり, 圧縮強度の低下は, ひび割れ で分割した部分の形状変化により供試体がスレンダー になったためとの推測も成り立つ. そこで、ゴム板に よってコンクリート供試体を分割し、ひび割れではな く平滑な面で形状を変化させた供試体を用いて、圧縮 強度の低下が、ひび割れの影響と形状変化の影響のど ちらが支配的であるかを検討した.供試体の作製は, 100×200mm の長方形のゴム板を挿入し、両側からコン クリートを打設する方法で行った.ゴム板の板厚は, ひび割れ幅と近い値にするため, 0.5mm, 1mm, 2mm の3 ケースとし、ひび割れを導入した供試体と同様に圧縮 載荷を行った.ひび割れと圧縮強度の関係およびゴム 板の板厚と圧縮強度の関係を図-3 に併せて示す. これ によると、図中■印で示す、ゴム板を導入しスレンダ ーになった供試体は、ゴム板の厚さによらず圧縮強度 が一定であることが分かる.このことから、圧縮強度 の低下はひび割れの影響が支配的であるといえる.

5. ひび割れが圧縮破壊エネルギーに及ぼす影響評価

圧縮破壊エネルギーは、弾性挙動を含む 1 回目の載 荷・除荷履歴を除き、かつ、復元力が最大荷重の 20% までの応力変位曲線下の面積の積分値、すなわち図-4 の灰色部の面積として算出した.本実験で得た、平均 ひび割れ幅と圧縮破壊エネルギーの関係を図-5 に示す. 図中の○印、○印、○印はそれぞれひび割れ本数が 0 本、1本、2本の供試体の結果を示している.これより、 圧縮破壊エネルギーは、ばらつきは大きいものの、ひ び割れ幅によらず概ね一定であるといえる.ひび割れ 本数 0 本および 1 本 (平均ひび割れ幅 0.98mm)の供試



体の応力変位関係を図-6に1例として示す.赤で示す ひび割れを1本導入した供試体は,黒で示すひび割れ を導入していない供試体に比べ,圧縮強度は低下して いるものの,軟化域での変位の伸びが大きく,結果的 に圧縮破壊エネルギーに大きな差が生じなかったと考 えられる.

6. 結論

1) 初期ひび割れを有するコンクリートの圧縮強度は, 平均ひび割れ幅が 0.5mm 程度までは平均ひび割れ幅に 応じて低下し,その後は低下傾向を示さなくなること を示した.また,圧縮強度の低減は平均ひずみより平 均ひび割れ幅を用いる方がより妥当である可能性を示 した.

2) 初期ひび割れを有するコンクリートの圧縮破壊エネ ルギーは、ひび割れ幅やひび割れ本数によらず一定で あることを明らかにした.

参考文献

- 宮原長久,川原泰司,前川宏一:ひび割れを含む鉄 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, pp.249-258, 1987
- 2) Hikaru Nakamura, Takeshi higai: Compressive fracture energy and fracture zone length of concrete, Modeling of Inelastic Behavior of RC Structures under Seismic Loads, ASCE, 2001.
- Collins, M.P. and Vecchio, F. : An International Competition to Predict the Response of Reinforced Concrete Panels, Festschrift Prof. Dr. Bruno Thurli-mann zum 60. Geburtstag, pp.471-491, 1983