切欠きはりのリガメント部における ASR による ひび割れの状態が引張軟化挙動に与える影響

| 神戸大学 | 学生会員 | ○塚原 | 宏樹 |
|------|------|-----|----|
| 神戸大学 | 正会員 | 三木 | 朋広 |

1. はじめに

アルカリ骨材反応は、骨材中の鉱物とセメント中のアルカリ成分が反応し、骨材内部もしくは周辺にゲルが 生じる現象である.このゲルが吸水膨張することによってコンクリートにひび割れが生じることがある.ASR により劣化した構造物の補修・補強対策の確立は急務とされており、そのために ASR 劣化したコンクリート の力学的特性に関するデータが必要であるが、不足しているのが現状である.また、ASR によるひび割れが 破壊現象に与える影響について検討された例も少ない. そこで本研究では、ASR によってひび割れが生じた コンクリートの引張軟化挙動を実験的に評価することを試みる.実験では、デジタルカメラとマイクロスコー プを用いて撮影した画像を画像解析することによってひずみ分布を算出し、ASR による微細なひび割れと ASR 劣化したコンクリートの破壊挙動との関係について調べた.また,ASR 劣化したコンクリートの引張軟 化特性を実験的に求めた.なお,引張軟化曲線は,二羽らが提案した拡張J積分法¹⁾で求めた.

2. 実験概要

本研究でASRを促進させたコンクリートはりを対象と して、切欠きを有するはりの3点曲げ試験を行った.使 用した供試体は、図-1 に示すような断面が 100 mm×100 mm で長さが 840 mm, 切欠き長さが 50 mm のコンクリー トはりであり,スパン長を 800 mm とした²⁾.

測定項目は荷重,中央たわみ,ひび割れ開口変位(切 欠き先端 (CTOD), リガメント部 2 カ所), ひび割れ肩 ロ開口変位 (CMOD), 画像解析用デジタル画像とした. なお、本稿では、これらの載荷試験の結果のうち、特に スパン長 800 mm の供試体について考察していく. 写真-1 に各供試体の画像解析対象面のリガメント部の状況を示 す.

実験結果と考察

3.1 破壊エネルギー

図-2,図-3 に各供試体の荷重-変位曲線と破壊エネル ギーをそれぞれ示す. 図中の G_F は破壊エネルギー G_F (N/mm) を表しており、式(1)に従って求めた.

$$G_F = (W_0 + mg\delta_0) / A_{lig} \tag{1}$$

- ここで、Wo:実測された荷重—変位曲線下の面積(N・mm) mg:供試体重量(N) δ_0 :破断時の変位 (mm)
 - $A_{lig}: リガメント部の面積 (mm²)$









キーワード ASR, ひび割れ, 引張軟化曲線, 破壊エネルギー, 画像解析

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL078-803-6094 図-2 と図-3 をみると,供試体 1 と供試体 2 は 0.48kN と同程度の 最大荷重であったにも関わらず,破壊エネルギーには 0.115 N/mm と差がみられる.これは供試体 2 が供試体 1 に比べて,最大荷重 後の荷重の低下が緩やかであり,破断時の変位が 1.5 倍程度になっ ていることで,式(1)中の W_0 の値が異なるためである.

また,最大荷重が小さくその後の低下が急であるために,供試体4の破壊エネルギーは他の3体と比べると著しく小さいことがわかる.これは,供試体4のリガメント部に切欠き先端から上面まで鉛直方向にASRひび割れが入っていたためであると考えられる.このようなASR ひび割れは他の3体の供試体には見られず,このひび割れが破壊エネルギーに影響したものと考えられる.

3.2 最大主ひずみ分布

リガメント部に ASR ひび割れの生じていない例として供試体 3, リガメント部の鉛直方向に ASR ひび割れが生じていた例として 供試体 4 の引張軟化曲線と最大主ひずみ分布をそれぞれ図-4,な らびに図-5 に示す. 図中,引張軟化曲線の o(w)は軟化応力,wは 仮想ひび割れ幅を示す.最大主ひずみ分布は画像相関法によって 求め,図中のwは引張軟化曲線のwと対応している.

図-4 より,供試体3 は約 w = 0.10 mm を境に軟化応力が減少し ていることがわかる.最大主ひずみ分布を見ると,w = 0.0946 mm ~0.115 mm の範囲でひずみが増加しているのが確認できる.その 後も仮想ひび割れ幅の増加に従ってひずみ分布は拡大している.

一方,供試体4では,図-5より,供試体3とは異なりw ≤ 0.10mm の範囲でひずみが拡大しているのが確認できる.これは引張軟化 曲線から確認できるように,供試体4は初期の段階で軟化応力が 大きく低下しているためである.この要因としてリガメント部に 入っている鉛直方向のASR ひび割れが影響していると考えられる. これらの比較から,引張軟化曲線の挙動とひずみの増加には,リ ガメント部にあるASR ひび割れが大きく関係しているといえる. 4.まとめ

ASR によってひび割れが生じたコンクリートの破壊エネルギー 引張軟化曲線を求め,画像解析を用いて,ひび割れ進展挙動を評 価した.リガメント部に生じている ASR によるひび割れが載荷時 に発生・進展するひび割れに与える影響を明らかにするとともに, ASR ひび割れを有するコンクリートの引張軟化挙動を実験的に評 価することができた.



図-5 最大主ひずみ分布(供試体 4)

参考文献

- 二羽淳一郎, Taweechai SUMRANWANICH, 松尾豊史:コンクリートの引張軟化曲線決定に関する実験的 研究, 土木学会論文集 No.606/V-41, 75-88, 1998.11
- 2) 松谷幸一郎, 宮川侑大, 三木朋広: アルカリシリカ反応によりひび割れが生じたコンクリートの引張軟化 挙動に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.91-96, 2013.7