

既設構造物の応力測定に関する基礎的研究

松江高専土木工学科 学生会員 ○加藤 清也
松江高専土木工学科 中島 研司
松江高専土木工学科 細田 健太
松江高専土木工学科 正会員 浜野 浩幹

1. 緒言

近年、構造物の大型化、複雑化に伴い供用開始から年月が経過した構造物が安全であるかどうか、すなわち、実際に生じている応力が設計通り許容応力度以内にあるか、或いは過大設計ではないか等を検討することは維持管理の面において必須項目となってきた。この既設構造物の安全性を検討する手段として構造物に発生している内部応力を測定する方法が用いられている。現在まではその内部応力測定方法の一つとして応力解放法が用いられてきた。しかし、従来の測定方法は技術的な理由から解放応力を直接測定するのではなく、コンクリートカッターやチェーンソーなどで矩形状に切れ込みを入れて応力を解放させる手法をとっている。この方法では作業が大掛かりとなり、かつ、測定時の構造物へのダメージが大きいという欠点が挙げられる。これに対し、現在我々が開発し使用している「スポットコアリング法」は、従来の測定方法に比べ小規模でダメージが少なく、取り扱いがきわめて簡単であるという特徴を有した新しい内部応力測定方法である。本研究では、実験で曲げ応力からの解放応力を確認し、次にこの実験の解析を有限要素法を用いて行い、実験値との比較検討をする。

2. 実験材料及び実験材料

スポットコアリング法に使用する穿孔機はコアビット内にひずみゲージ、温度ゲージが取り付け可能な構造になっている。供試体はH型鋼を使用する。荷重装置として独自の反力枠を製造し、H型鋼に4支点による4点曲げが与えられる構造になっている。実験方法は、まず荷重装置の下部から油圧ジャッキを用いて4tfの荷重をかけ荷重時のひずみを測定する。次に純曲げ部が生じている部分（フランジ）を穿孔機で穿孔する。0.5mm穿孔するごとに穿孔時のひずみと温度を測定する。

3. 実験結果と考察

荷重時の荷重とひずみ値、また最大解放ひずみ値の測定結果を表1に示す。また、穿孔距離とひずみの関係グラフを示す（図1,2）。本実験をするにあたり、まず圧縮したコンクリートでの応力解放実験はすでに昨年までの実験でほぼ有効性が確かめられており、本実験はこれを前提として行う。H型鋼材に曲げ応力を生じさせてコアカッターで穿孔した結果、鋼材の曲げ応力に対しても、応力解放ひずみが得られた。解放過程のひずみと穿孔深さの関係を曲線グラフで表すと、全ての実験で同様な解放過程のひずみの曲線形を得ることができた。また、最大解放ひずみが穿孔

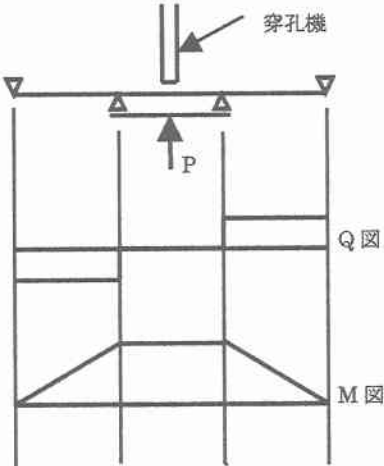


表1 穿孔部ひずみデータ

実験 No.	載荷荷重 [tf]	載荷引張りひずみ [$\mu\epsilon$]	最大解放ひずみ [$\mu\epsilon$]	差 [$\mu\epsilon$]
No.1	4.49	555	-646	-91
No.2	3.97	488	-499	-11
No.3	4.08	497	-558	-61
No.4	4.02	488	-669	-181
No.5	4.15	491	-372	119
No.6	4.01	479	-525	-46

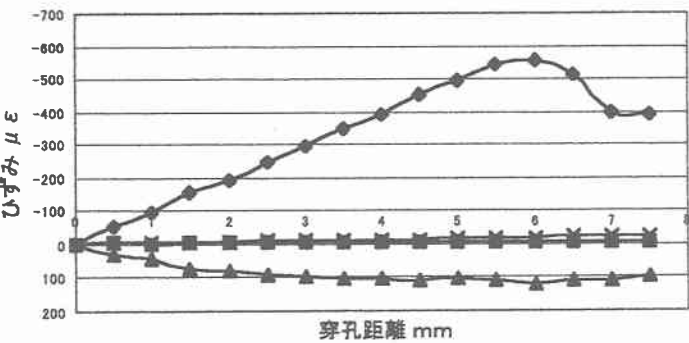


図1

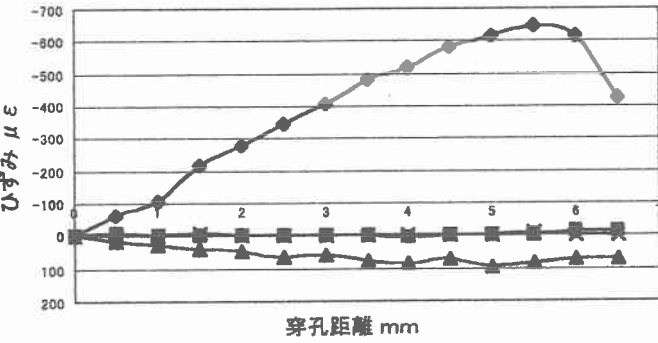


図2

深さ（フランジ厚での）6mm～7mmの間で発生している。

以上のことから、この実験で、曲げ応力が作用する供試体に対してもスポットコアリング法により、連続的に変動する解放応力（ひずみ）が得られることがわかる。さらに構造物自身やその背面にある地山の内部応力測定のためにはコンクリート、鋼材両方の実験結果から、次のようなこと課題点として考えていかなければならない。

- ① 載荷ひずみ値と穿孔ひずみ値の間に誤差が生じることがある。（表1）
- ② 圧縮のコンクリート、曲げの鋼材実験の両方に言えることで、試材を穿孔していく過程で得られるひずみの、最大値を解放ひずみとしてとるのか、最大ひずみが生じた後のひずみが一定となることを解放ひずみとしてとるのかを考えなければならない。
- ③ 圧縮のコンクリート、曲げの鋼材実験の両方に言えることで、解放位置（深さ）は材質に関係してくるのか、または試材の厚さに関係してくるのかをさらに検討する必要がある。
- ④ 解放位置が材質に関係なく厚さに関係してくる考えると、鋼材のフランジ厚が大きければコンクリートと同様に最大ひずみが生じた後、ひずみが一定となる部分が発生するのではないと思われる
- ⑤ 穿孔時にコアカッターと鋼材との摩擦によって、温度上昇がみられる。今回の実験方法では、解放ひずみ値に温度上昇によるひずみも含まれているため温度の影響を考慮することを考えなければならない

以上のことを考慮することにより、いろいろな応力状態に対する実験をおこない、最大解放ひずみから解放ひずみを推定する方法を確立することが必要である。

4. 実験値と解析値の比較・検討

本研究で行った曲げ応力解放実験値と、有限要素法を用いて実験の解析値を比較・検討する。

実験解放ひずみのグラフと解析解放ひずみのグラフの曲線形を比較したところ次のことが言える。

- ① 両方とも同様な曲線形が得られていること。
- ② 最大解放ひずみ発生位置が、実験からでは5.5mm～6.5mmの間で発生。解析では7mmで発生しており近い値を示していること。

荷重を4tf載荷したときのひずみ値は、実験値で平均して $480\mu\epsilon$ 前後発生している。解析結果は4tf載荷時で $450\mu\epsilon$ 発生している。載荷時の解析値を基準にすると誤差は6%～7%になる。これより実験は高精度で行うことができたと言える。次に穿孔解放ひずみ値を検討すると解析値では $650\mu\epsilon$ の大きさとなっている。しかし実験での最大解放ひずみ値は各々の実験でバラツキがみられ、一様な値が得られているわけではないが、およそ、 $-500\mu\epsilon$ ～ $-600\mu\epsilon$ の値が得られ、解析値に近い値が得られた。このため、今後の実験でさらに数多くの実験を行い応力解放値を検討する必要がある。

解析結果と実験結果の両方に共通して、載荷引張りひずみ値より解放ひずみ値の方が大きな値が発生している。この理由として、初期ひずみや残留ひずみが存在すること、また穿孔時の温度上昇によるひずみの影響のため載荷ひずみ値と解放ひずみ値が同様にならない、からではないかと考えられる。

5. あとがき

本研究で使用したスポットコアリング法では、解放応力がコンクリートにおいては穿孔深さ20mm前後で発生し、鋼材では解放応力は穿孔深さ6mm～7mmで発生した。これは鉄筋コンクリート構造物の通常のかぶり範囲内で発生することを意味し、非常に有効で構造物への影響も少ないことがわかる。また、従来の方法では成し得なかった穿孔深さとひずみの相関的な関係を表すことができ、また最大解放ひずみから発生している応力を推定することが可能となる。

参考文献

- 1) 鈴木 光：岩盤力学と計測，内田老鶴圃，1983，
- 2) 國尾，他 3：破壊力学実験法，朝倉書店，1990，
- 3) 平島，浜野：測定用の円柱状埋設物による異方性弾性地山の初期（変動）応力の解析理論，土木学会論文集，第406号/Ⅲ-11，1989，
- 4) 平島，浜野：異方性弾性地山内の応力測定理論に関する二，三の再考察，土木学会論文集，第382号/Ⅲ-7，1987。

