

## 小径コアによるコンクリート部材の現有応力測定法の開発

コミヤマ工業 正会員 ○清水秀樹 銭高組 正会員 野永健二  
 前田建設工業 正会員 佐藤文則 日本国土開発 正会員 佐原晴也  
 福田組 関塚 真

## 1. 概要

本測定法は、供用中の既設コンクリート構造物の耐荷性能を評価する際、現在作用している応力を測定するもので、いわゆる応力解放法の一つである。

これまで測定が難しかった老朽化したPC桁の残存プレストレス応力測定や、トンネル覆工コンクリート応力測定、背面作用土圧が不明な擁壁の応力測定などのニーズに適用のできるものである。

特徴を列記すると、以下のようになる。

- 直径 25mm・30mm、深さ 50mm～60mm の小径コアを採用し、構造物の損傷が極めて少ない。
- 3 軸ひずみゲージ (6mm) と熱電対をコンクリート表面に貼付し、オーバーコアリングしながらひずみ変化を連続的に測定し、その解放ひずみから応力を求める。測定中のリード線脱着の必要がないため、測定時の異常発生も測定可能である。(専用コアリング装置使用)
- 測定後にコアを採取し、ヤング率を測定することも可能である。
- コンクリート部材内部との温度差や乾湿差など

から部材表面に存在する残留ひずみを補正し、精度を向上させている。

本測定法では、コンクリート表面に貼付けしたゲージおよび熱電対からのリード線をコアビット内を貫通させる形式を採用しているため、特別に製作したドリルが必要となるが、穿孔作業は通常と同様の方法で行うことができる。

本測定法の開発にあたっては、実験室および現場での測定を行っているが、以下では実験室での測定について述べる。

## 2. 試験概要

本測定法では連続的にひずみを測定することができるが、コア径の 2 倍程度穿孔すると、ひずみは解放されるが、乾燥状態にある測定対象の場合には、残留ひずみと思われる有意なひずみが検出された。原因としては硬化プロセスあるいはその後の乾燥収縮の拘束によるひずみが内在しているものと考えられる。

この仮定を検証するために、標準養生を行った供試体および標準養生後に自然乾燥させた供試体での比較試験を行った。

## 3. 試験結果

本実験ではモルタル供試体 (150×150×510mm) を採用し、油圧ジャッキにより一軸載荷している。

まず、標準養生による測定結果の一例を示す。応力解放後のひずみは  $30\mu$  程度の誤差が生じているが、概ね作用荷重によるひずみが解放されているものと考えられる。

表 1 低応力下での測定結果 (圧縮強度 :  $40\text{N/mm}^2$ )

|       | 作用応力 | 測定応力 (ひずみ)                                           | 比率   |
|-------|------|------------------------------------------------------|------|
| TP1-1 | 7.45 | 7.93 ( $325\mu$ )<br>( $-296\mu \rightarrow 29\mu$ ) | 1.07 |
| TP1-2 | 6.58 | 5.64 ( $228\mu$ )<br>( $-216\mu \rightarrow 12\mu$ ) | 0.86 |
| 平均    | 7.02 | 6.79                                                 | 0.96 |

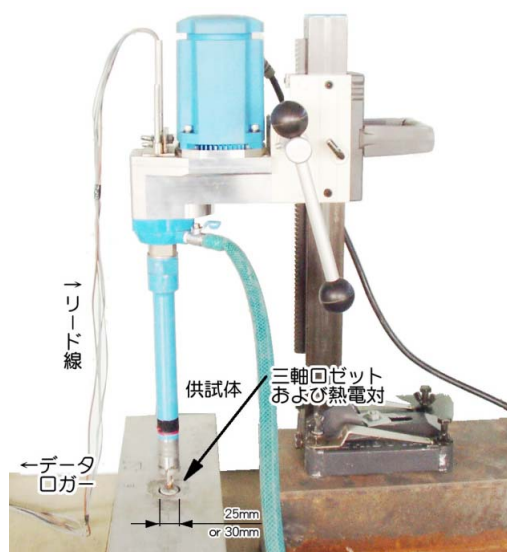


写真1 応力測定用コアリングドリル

キーワード 小径コア、応力解放法、ひずみ測定、コンクリート、現有応力、  
 連絡先 〒163-1011 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー24F  
 株式会社銭高組土木本部技術部 Tel. 03-5323-5761

表2 高応力下での測定結果(圧縮強度: 40N/mm<sup>2</sup>)

|       | 作用応力  | 測定応力                                         | 比率   |
|-------|-------|----------------------------------------------|------|
| TP2-1 | 14.42 | 9.37 (381 $\mu$ )<br>(-372 $\mu$ →9 $\mu$ )  | 0.65 |
| TP2-2 | 13.98 | 13.91 (560 $\mu$ )<br>(-568 $\mu$ →8 $\mu$ ) | 0.99 |
| 平均    | 14.20 | 9.37                                         | 0.82 |

湿潤状態ではない供試体では、これを越えるひずみが測定されており、乾湿の影響が確認された。これの補正方法については後述する。

次に、標準養生後に自然乾燥させたコンクリート供試体での試験結果の一例を図1に示す。

得られたひずみ曲線は、これまでに得られた試験結果あるいは数値計算と同様の形状である。しかしながら、収束値は0となることが期待されるものの、有意な誤差が残る形となっている。

乾燥収縮などによる内部的なひずみなどの弾性ひずみ以外のひずみも内包するものと考えられるが、これらを個別に定量評価することは実際の構造物に適用する上で現実的ではないことから、本計測方法では、一軸載荷状態の等方性体と仮定できる場合について次式を導入して評価を行っている。

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_x &= \frac{E}{1-\nu^2} (\Delta\varepsilon_{x,e} + \nu \cdot \Delta\varepsilon_{y,e}), \\ \Delta\sigma_y &= \frac{E}{1-\nu^2} (\nu \cdot \Delta\varepsilon_{x,e} + \Delta\varepsilon_{y,e}), \\ \Delta\tau_{xy} &= \frac{E}{1-\nu^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (1+\nu) \cdot \Delta\gamma_{xy}.\end{aligned}\quad (1)$$

ここに、 $\sigma_{xe}$ 、 $\sigma_{ye}$  および  $\tau_{xye}$  はそれぞれ計測による  $x$  軸(載荷軸)、 $y$  軸方向およびせん断方向の応力増分であり、ひずみについても同様である。なお、下添字  $e$  は弾性ひずみであることを表す。式中の  $E$  および  $\nu$  はそれぞれ弾性定数およびポアソン比である。

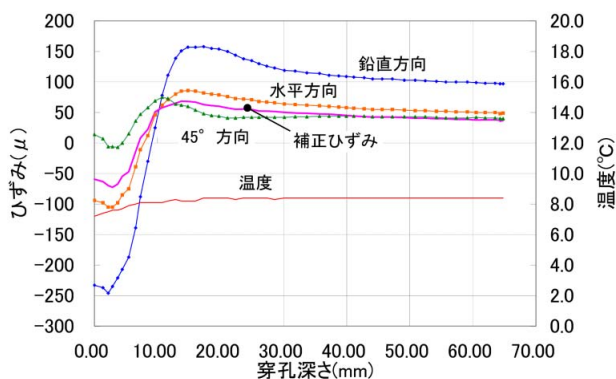


図1 コンクリート供試体での測定結果

穿孔作業により発生するひずみや対象媒体の履歴にともない発生するひずみは方向性を持たず、一様であるものと仮定できる。このひずみ(収縮ひずみ)を  $\varepsilon_{sh}$  とおくと、 $x$  および  $y$  方向の弾性ひずみは次式のように求められる。

$$\Delta\varepsilon_{x,e} = \Delta\varepsilon_{x,0} - \varepsilon_{sh}, \quad \Delta\varepsilon_{y,e} = \Delta\varepsilon_{y,0} - \varepsilon_{sh} \quad (2)$$

一方、一軸応力状態では次式が成り立つ。

$$\Delta\sigma_y = \Delta\tau_{xy} = 0. \quad (3)$$

以上より、載荷軸方向の応力および収縮ひずみを求める補正式は次式のようにになる。

$$\varepsilon_{sh} = \frac{1}{1+\nu} (\nu \cdot \Delta\varepsilon_{x,0} + \varepsilon_{y,0}).$$

この補正式に基づき弾性ひずみを算定し、応力を推定した結果は次表のようにになる。

表3 コンクリート供試体での測定結果(N/mm<sup>2</sup>)

|     | 作用応力 | 測定応力 | 比率   |
|-----|------|------|------|
| TP3 | 7.93 | 7.67 | 0.97 |

コンクリートを対象とした測定法であるため、本測定法にも測定値はばらつきがあるため複数回の測定を行う必要があるが、他の試験結果と併せて考えると、同一条件下で2回の測定で2割程度、3回の測定で1割程度の誤差範囲という結果を得ている。また、連続的に計測が可能であることもあり、測定内容を検証しながら誤差の大きい測定値となった場合は、これを棄却して新たに測定しなおすといった手法も検討している。

## 5. 結論

小径コアによるコンクリート構造物の応力測定を行うことを目的とし、既存の測定法の問題点の解決などの成果を得ることができたものとなっている。

誤差も2割程度であり、実用上は十分な精度が確保できているものと考えられ、また、リード線の脱着などの必要がなく、測定も簡便に行うことができるため、コンクリート構造物の維持管理において有用な手段となりうるものである。他の実験結果などについては当日発表する。

なお、本技術は錢高組・前田建設工業・日本国土開発・コミヤマ工業・福田組の共同開発技術である。

## 参考文献

(1) 野永他4名, 小径コアによるコンクリート部材の現有応力測定法に関する試験研究, 土木学会第57回年次学術講演会(VI-216)