

膨張によるコンクリートの内部状態変化の推定手法に関する基礎的研究

東京工業大学	学生会員	○吉井	千尋
東京工業大学	正会員	岩波	光保
東京工業大学	正会員	中山	一秀

1. 目的

近年、コンクリート構造物に生じる ASR や凍害に伴う膨張が、表面ひび割れや内部鉄筋の破断をもたらすことが問題になっている。一方で、現在の点検技術は表面付近での調査が主であり、内部の状態変化までは対象となっていない。そこで本研究では、コンクリート構造物の内部状態変化の推定手法の開発を目的として、既往研究¹⁾²⁾や実構造物への適用条件をもとに「ゲージパイプ (写真 1)」を新たに開発した。膨張コンクリートを使用した RC 角柱供試体中にゲージパイプを設置し、打設直後からコンクリート内部のひずみ測定を行うことにより、新しい内部状態変化の推定手法としての有用性を確かめた結果を報告する。



写真1 ゲージパイプ

2. ゲージパイプの概要

コンクリート構造物の内部状態変化の推定手法を新たに開発するにあたり、手法として次の 2 つの条件を考えた。すなわち、新設と既設の両方の構造物に適用可能にすることと、構造物内部の比較的広範囲で同時に状態変化を推定可能にすることである。これらの条件を踏まえて、以下に示すゲージパイプを考案した。

ゲージパイプは、表面にひずみゲージが貼付された、直径 50mm×長さ 600mm でポリエチレン製の円筒である。厚さ 5mm の突起をもった形状により、付着によりコンクリートと一体的に変形することを可能にした設計となっている。写真 1 中の黒いテープで防水加工された部分に、計 6 個のロゼッタゲージが貼付されており、ゲージパイプの長軸方向と断面方向のひずみが測定される。

ゲージパイプは、膨張するコンクリート中で、長軸方向（以後、x 軸）はコンクリートとの付着により膨張の変形特性を、断面方向（以後、y 軸）は周囲のコンクリートの膨張による圧縮を受け収縮の変形特性を示すことを予測して設計した。

3. 実験概要

膨張材を混和したコンクリートを用いた、図 1 に示す RC 角柱試験体にゲージパイプを設置し、打設直後のゲージパイプの変形挙動を確かめた。膨張するコンクリート中における、内部状態変化の推定手法としてのゲージパイプの有効性を確かめることが目的

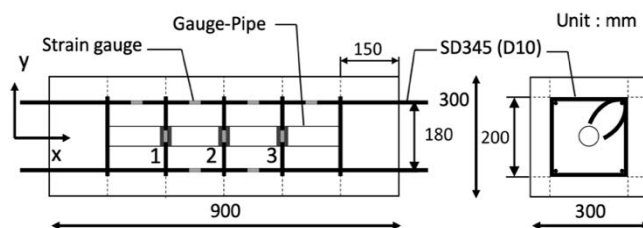


図1 RC試験体概要

である。図1の1～3で示す位置での、ゲージパイプの測定値と、鉄筋に貼付したひずみゲージの測定値を比較して考察する。供試体に使用した膨張材（太平洋ハイパーエクспан）の混和量は 30kg/m^3 である。

4. 実験結果

図2および図3にRC試験体におけるゲージパイプによるひずみの測定結果（x軸方向とy軸方向）について、それぞれ主鉄筋とスターラップに貼付したひずみゲージの測定結果と比較して示す。位置1～3における測定値の差が小さかったため、それぞれ測定値の平均で比較している。

図2に示すように、主鉄筋のひずみは膨張するコンクリートとの付着により一様に引張方向に大きくなっているのに対し、ゲージパイプは一度収縮したのちに膨張している。ゲージパイプが打設直後に収縮の挙動を

キーワード 内部ひずみ変化, ゲージパイプ, 膨張コンクリート, 鉄筋ひずみ

連絡先

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-21 TEL.03-5734-3194

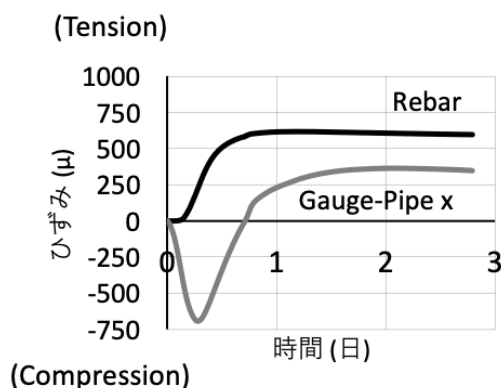


図2 x軸方向のゲージパイプと主鉄筋の挙動

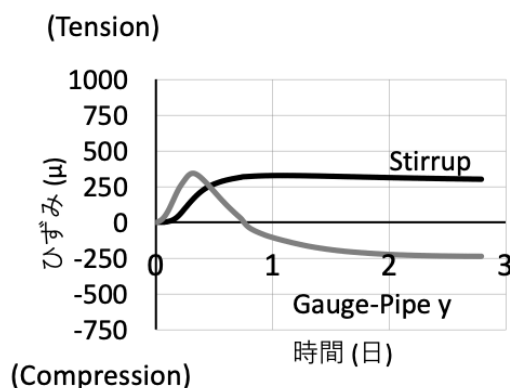


図3 y軸方向のゲージパイプとスターラップの挙動

示した原因として、コンクリートとゲージパイプの付着が完全でない段階で、試験体端部のコンクリートの膨張力がゲージパイプを圧縮する方向に作用したことが考えられる。

一方で、図3に示すようにy軸方向では、x軸方向での挙動とは対照的にゲージパイプが膨張したのちに収縮に転じている。また、スターラップは主鉄筋と同様に付着によって、コンクリートとともに引張方向のひずみが発生している。ゲージパイプが、打設直後にy軸方向に膨張挙動を示した原因としては、x軸方向での収縮変形に伴うポアソン効果が考えられる。打設直後において、y軸方向ではポアソン効果による変形のため、x軸方向に発生したひずみに対しy軸方向のひずみの絶対量が小さくなったと考えられる。また、y軸方向の変形が収縮に転じた原因は、コンクリートの硬化が進んだことでx軸方向の収縮が止まったことに加えて、ゲージパイプの周囲に膨張コンクリートの圧縮力が働くためであると考えられる。

5. 有限要素解析

膨張コンクリート中のゲージパイプの変形特性の要因を明らかにするために、構造解析用ソフト ABAQUS を用いた有限要素解析を行った。解析ではコンクリートに熱膨張を作用させて、膨張コンクリートを再現した。

ゲージパイプの突起部にコンクリートとの一体性の境界条件をもたせて解析した結果、図4の結果が得られた。図4は断面方向の変形を表しているが、実験と同様に、コンクリートが膨張した一方で、ポアソン効果によってゲージパイプが収縮する傾向が見られた。

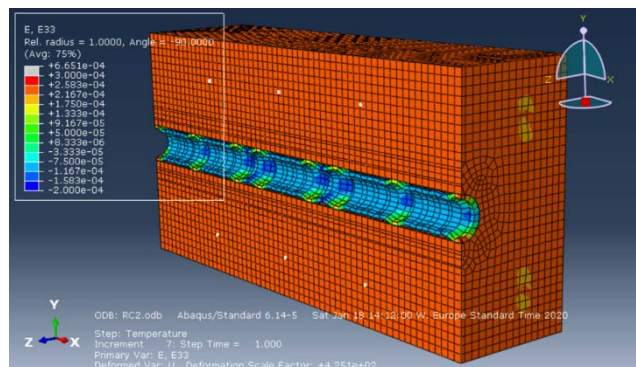


図4 ABAQUS による解析結果

解析結果より、コンクリートとの付着と、ポアソン効果がゲージパイプの変形要因として明らかになった。

6. 結論

実験と解析を通して、膨張するコンクリート中でのゲージパイプの変形には、コンクリートとの付着、膨張コンクリートによる圧縮作用、ポアソン効果が大きく影響していることが分かった。今後、実構造物への適用を実現するために、硬化後のコンクリートを削孔してゲージパイプを設置して挙動を確かめる実験のほか、今回判明したゲージパイプの変形要因を考慮したうえで、ゲージパイプの改良を行う必要がある。

参考文献

- 1) 佐川 奈津子, 徳重 英信: 天然ゼオライトを用いたポーラスコンクリートおよびモルタルの凍結融解作用下での劣化挙動, Cement Science and Concrete Technology, Vol.70, pp.363-370, 2016
- 2) 平井 圭, 中村 光, 檜貝 勇: コンクリートの圧縮破壊領域の推定に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.17, No.2, pp.339-344, 1995
- 3) 辻 幸和: 内的および外的一軸拘束を受ける膨張コンクリートの膨張特性, 土木学会論文集, 378号/V-6, pp.279-282, 1987