

## シース内滞留水の凍結によるひび割れ発生メカニズムの考察

高知高専	学生会員	○横飛	翔太
CORE 技術研究所	正会員		西 弘
高知高専	正会員		近藤 拓也
高知高専	正会員		横井 克則
CORE 技術研究所	正会員		中谷 明登

## 1. 目的

ポストテンション方式の PC 構造物において軸方向のひび割れが確認されているが、コンクリート内にシースや PC 鋼棒が存在するため、劣化要因を明確にすることが困難な場合がある。軸方向のひび割れはシース内のグラウト充填不良に起因することが多く、充填不良箇所には水が滞留した場合、滞留水の凍結膨張圧でひび割れが生じる可能性がある。そのため、本研究ではシース内のグラウト充填不良を模擬した供試体を低温環境下に設置し、凍結融解時にコンクリート内に発生するひずみを測定することにより、シース内滞留水の凍結による軸方向ひび割れ発生メカニズムについて述べる。

## 2. 実験概要

本研究の実験で使用したコンクリートは、1970年に建設された PC 構造物の配合を参考に、水セメント比を 40%とした。またグラウトは、水材料比を 36%とした。実験ではコンクリート内にアクリルリングを配置し、アクリルリングに貼り付けたひずみゲージからひずみを、熱電対から温度を測定した。それらの配置図を図 1 に示す。供試体は 100mm×100mm×400mm の角柱供試体とし、断面中央に鋼製スパイラルシースを配置した。材齢 3 日でプレストレスを導入し、その後シース内にグラウトと水それぞれ充填したものを作製した。また、シース内が充填材なしのものを加え 3 タイプとした。実験は材齢 105 日で開始した。最低温度を -5℃に設定した冷凍庫内に 24 時間設置し、その後、20℃一定環境下に供試体を 24 時間設置した。これを 1 サイクルとし、3 回繰り返した。

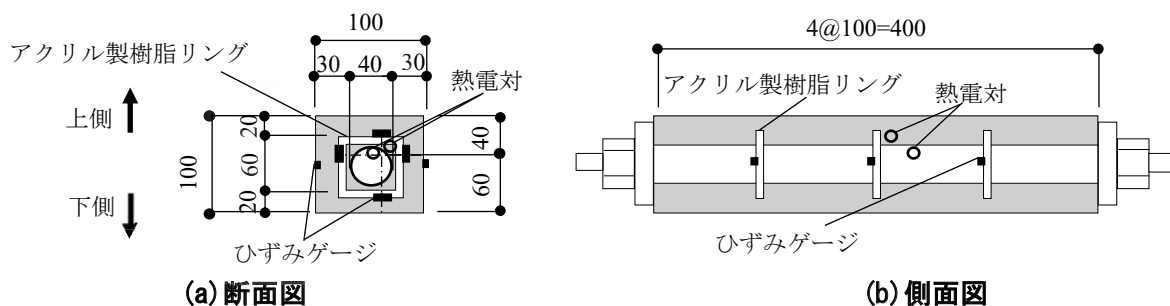


図 1 測定機器配置図(図中単位: mm)

## 3. 実験結果

4 辺にひずみゲージを貼り付けたアクリルリング 3 個から得た、各貼付け位置におけるひずみデータの平均を凍結融解による軸直角方向ひずみとした。シース内が充填材なしのタイプ(以下、「空隙タイプ」という)における下面のひずみを図 2 に、シース内をグラウトで充填したタイプ(以下、「グラウト充填タイプ」という)における下面のひずみを図 3 に、シース内を水で充填したタイプ(以下、「水充填タイプ」という)における下面のひずみを図 4 に示す。

全てのタイプにおいて凍結融解の繰り返しによって各サイクルでの融解時の膨張ひずみは変化がないが、凍

キーワード シース内滞留水, 凍結, 潜熱, 拘束応力, 軸方向ひび割れ

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 TEL 088-864-5659

結時の収縮ひずみが増大していることが確認できる。これは、凍結融解の繰返しによりコンクリート内部に微細なひび割れが生じている可能性が考えられる。空隙タイプとグラウト充填タイプでは温度、ひずみ共にほぼ同一の挙動が確認できる。コンクリートが温度低下に伴い収縮し、温度上昇に伴い膨張している。水充填タイプでは、冷却時において $0^{\circ}\text{C}$ 以下になった時、一度 $0^{\circ}\text{C}$ 付近まで温度が上昇していることが確認できる。これは、液体が固体に変化する際に潜熱が発生したため、シース内の水の凍結が一時妨げられているものと考えられる。そのため、水充填タイプではいずれのひずみゲージも、一旦収縮ひずみ増加が妨げられている。

#### 4. ひび割れ発生メカニズムの考察

図4のうち、測定0日から2日間のひずみについて図5に再掲する。このシース内にグラウトが充填されていれば、図2、図3に示すようにひずみ発生状況がなめらかな分布になると考えられる。そのため、シース内がグラウトで充填されている場合における想定ひずみ状況を図5中に点線で示す。この想定したひずみと測定したひずみとの差がコンクリートに発生する拘束応力に相当すると考えられる。この差をコンクリートの応力に換算すると $1.0\sim 1.5\text{N}/\text{mm}^2$ の引張応力に相当すると考えられる。そのため、この引張応力の繰返し作用により、コンクリートが疲労破壊を生じることになると考えられる。これが、シース内に水が滞留することによるひび割れ発生メカニズムであると考えられる。

今回の実験の範囲では、実構造物と比較して供試体断面が小さいため、供試体断面内に顕著な温度勾配が発生していないものと考えられる。そのため、今回の条件では温度による拘束応力は小さいものと考えられる。しかし、実PC構造物では、断面が大きくなることから、断面の比較による検討が今後必要である。また、実構造物ではシース断面でみた場合に、グラウト充填不良箇所は必ずしも多くないこと、そして西らが指摘しているように、シースのかぶりによりコンクリートに発生する応力が変化することが想定されるため<sup>1)</sup>、より実構造物に即した条件で試験を行う必要があると考える。

#### 5. まとめ

シース内に水が滞留している場合、温度低下中に $0^{\circ}\text{C}$ 以下になった際、一旦ひずみ増加が妨げられていることが確認できた。シース内に空隙がある場合やグラウトで充填されている場合、ひずみ発生状況がなめらかな分布になるため、その差がコンクリートに発生する拘束応力となると考えられる。この拘束応力の繰返し作用により、ひび割れが生じると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 西弘, 近藤拓也, 中谷明登, 大西弘志: PC部材のシースの腐食ひび割れに与えるシース径とかぶりの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, pp.1267-1272, 2017.7

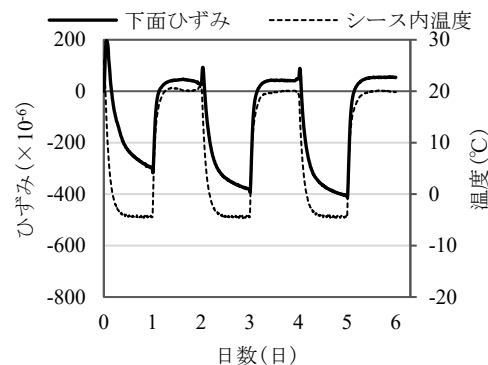


図2 空隙タイプのひずみおよび温度の変化

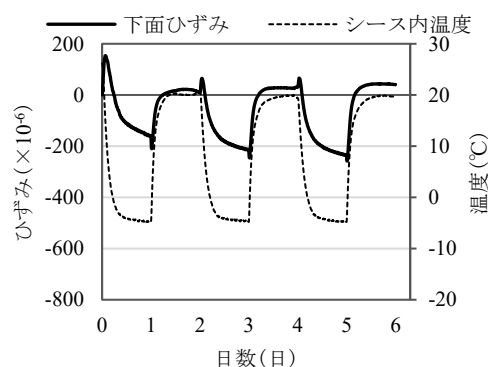


図3 グラウト充填タイプのひずみおよび温度の変化

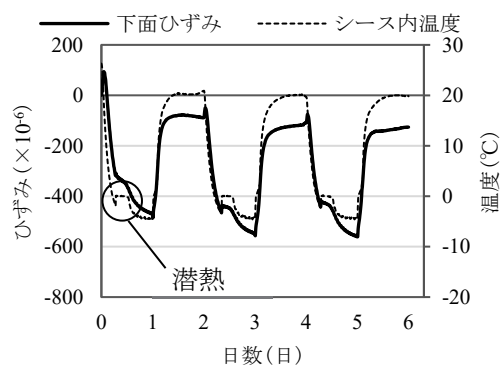


図4 水充填タイプのひずみおよび温度の変化

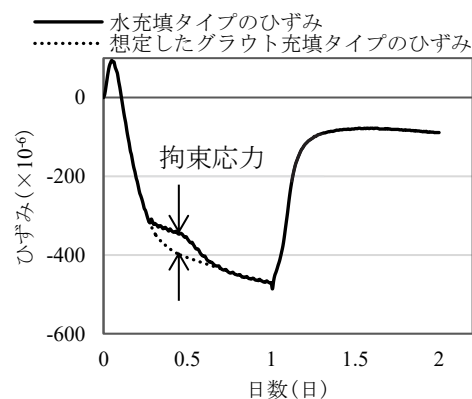


図5 拘束ひずみの概念図