

超速硬コンクリートの初期体積変化によるひび割れ発生機構の解明

コンクリート研究室 町田 紘一

指導教員 下村 匠

1. はじめに

1.1 本研究の背景と目的

高速道路の維持管理や緊急時・災害時の道路の早期開放の観点から、道路橋の補修・補強材料として超速硬コンクリートが幅広く用いられている。一方で超速硬コンクリートは自己収縮が大きく、ひび割れ発生リスクが高いことから伸縮装置の交換工事において多数のひび割れ事例が報告されている。図-1に伸縮ジョイントにおけるひび割れ発生状況を示す。このように伸縮ジョイントに発生するひび割れは、超速硬コンクリートに等間隔で発生している事例が多い。しかし現場報告では、ひび割れ発生時期や発生箇所が曖昧であり、現在もひび割れ発生状況の特定には至っていない。

そのため本研究では、伸縮ジョイントに発生するひび割れに着目し、超速硬コンクリートの体積変化によるひび割れ発生機構を解明することを目的とする。

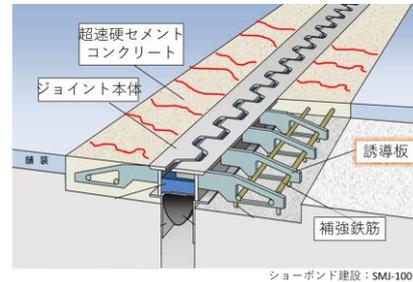


図-1 伸縮ジョイントに発生するひび割れ

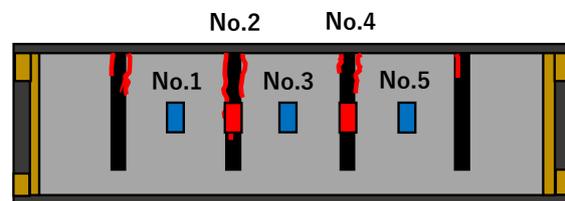


図-2 ひび割れ発生状況

2. 伸縮ジョイントに発生するひび割れの再現検討

背景で述べたように伸縮ジョイントに発生するひび割れ事例では、発生時期や発生箇所が曖昧であり、発生時期の特定には至っていない。そのためひび割れ発生状況の明確化を目的に、実寸大の伸縮ジョイントを模擬した再現実験を行った。なお、試験体は実際の伸縮ジョイントの寸法値を参考に、誘導板のかぶりの形状を実際の誘導板に近い形で模擬した。

再現実験の結果から、伸縮ジョイントに発生するひび割れは注水後1時間程度で発生し、誘導板直上にひび割れが発生していることを明らかにした(図-2)。また図-3の上面変位の発生状況を見ると、収縮時にひび割れが発生し、収縮変位差の増加とともにひび割れが進展していることから、ひび割れと誘導板の有無による収縮変位差には関係性があることが確認された。

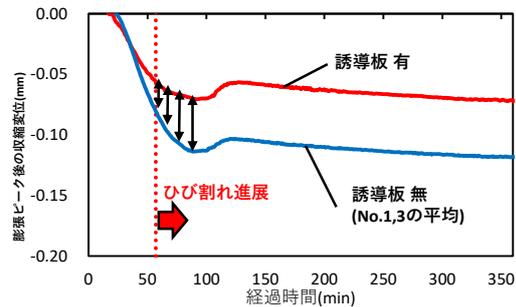


図-3 上面変位の発生状況

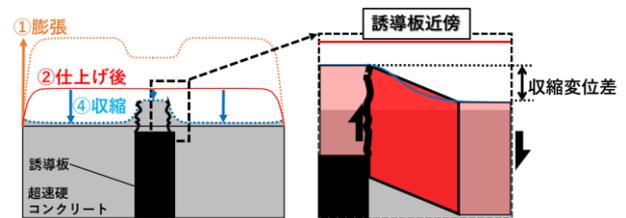


図-4 ひび割れ発生機構の仮説

3. ひび割れ発生機構の仮説

ひび割れ発生状況および再現実験の結果から、伸縮ジョイントに発生するひび割れは誘導板の有無による収縮変位差によって発生していると考えられる。本研究のひび割れ発生機構の仮説を図-4に示す。図-4のように超速硬コンクリートは膨張材が初期に膨張し、その後、自己収縮が遅れて生じる。また誘導板の有無

による鉛直方向のコンクリートの容積の差によって、自己収縮による収縮変位差が発生していると考えられる。このとき誘導板の近傍ではコンクリートのせん断変形が生じており、自己収縮の進行に伴いせん断変形量がコンクリートの変形能力を上回ることによって誘導板近傍でひび割れが発生すると考えられる。なお、膨張材による膨張変位差が生じる時点ではコンクリー

トのヤング係数は極めて小さいと考えられ、コンクリート上面にひび割れが発生するようせん断変形は生じないと考えられる。

以上のことから本研では、ひび割れ発生機構の仮説を収縮変位差による誘導板近傍のコンクリートのせん断変形がコンクリートの変形能力を超えることでひび割れが発生すると考え、仮説の検証を行う。

4. ひび割れ発生機構の仮説の検証

本研究のひび割れ発生機構の仮説を検証するために、ケースごとに誘導板のかぶりを変えることでコンクリートの上面変位差の発生状況を変化させた試験体を作製し、仮説の検証を行った。なお本試験ではCase1をかぶり5mm、Case2をかぶり15mm、Case3をかぶり30mmとして上面変位差の検討を行った(図-5)。

図-6に仮説の検証1を示す。図-5、図-6のようにCase1では収縮変位差が0.184mmのときにひび割れが発生している。また上面変位差の発生状況が異なるCase2でも同等の収縮変位差によってひび割れが発生していることから、収縮変位差によって発生したせん断変形量がコンクリートの変形能力の限界値に達し、ひび割れが発生したと考えられる。

図-7に仮説の検証2を示す。なお、図-5のようにCase3ではひび割れが発生していない。これはひび割れの発生したCase1、Case2では収縮変位差が約0.18~0.19mmを上回ったときひび割れが発生しているため、Case3では仮説のひび割れ発生条件となる収縮変位差が限界値に達しなかったことで、ひび割れが発生しなかったと考えられる。

以上の仮説の検証1,2より、ひび割れ発生状況とせん断変形量に関係性があり、本研究のひび割れ発生機構の仮説と同様のメカニズムによって誘導板直上にひび割れが発生していることから、本研究のひび割れ発生機構の仮説は妥当であると考えられる。

5. ひび割れ抑制手法の検討

現在の超速硬コンクリートでは、収縮の低減を目的として膨張材を配合することで自己収縮を補償し、収縮低減を図っている。しかし超速硬コンクリートのように早期に膨張する場合、収縮変位差の低減には十分に寄与していない。これらの問題点をおよび収縮変位差の発生状況を考慮すると、膨張材の膨張継続時間を延長することで自己収縮を補い、ひび割れの抑制することが可能であると考えられる。図-8に膨張材の膨張継続時間を増加させた場合の体積変化の模式図を示す。このように膨張材の継続時間を増加させることで自己収縮と同時に膨張が進行し、図-8のように膨張のピー

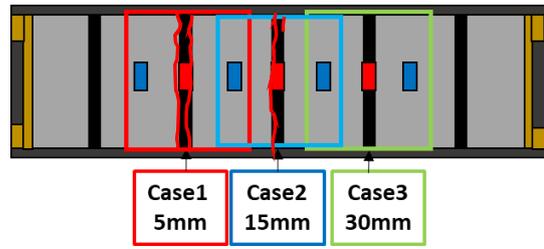


図-5 ひび割れ発生状況および試験ケース

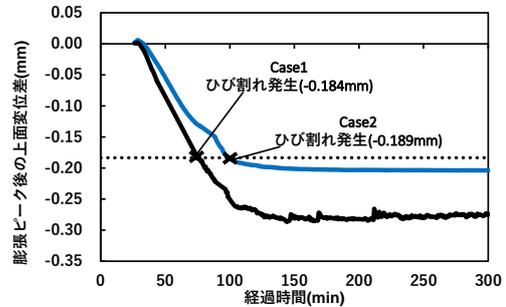


図-6 仮説検証1 (Case1, Case2)

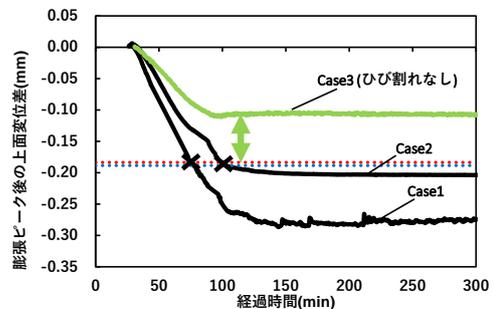


図-7 仮説検証2 (Case1, Case2, Case, 3)

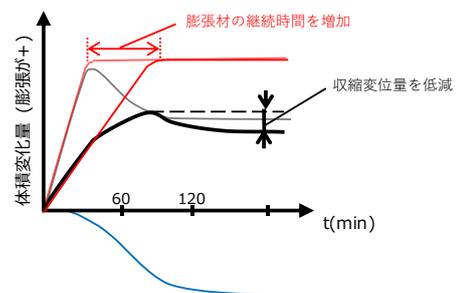


図-8 ひび割れ抑制に必要な膨張材の要求性能

ク後の収縮量の低減が可能であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、伸縮ジョイントに発生するひび割れ発生状況を明らかにし、ひび割れ発生機構の仮説について検証を行うことで、超速硬コンクリートに発生するひび割れ発生機構を明らかにした。またひび割れ抑制手法についても検討を行い、膨張継続時間を増加させることでひび割れの抑制が可能であることを示した。