

## 論文の内容の要旨

論文題目      コンクリートの体積収縮ひび割れの発生予測に関する基礎研究

氏      名      大野   俊夫

コンクリート構造物においてひび割れは、美観を損なうばかりでなく、漏水や塩化物などの有害物質の侵入経路となり、また、水和生成物の滲出経路となり、コンクリート構造物の機能、耐久性を低下させる原因となる。このため、幾多の研究者によってひび割れ発生に関する研究がなされてきているが、実構造物のひび割れ発生を精度よく予測できていないのが現状である。その理由の一つとして、ひび割れ発生限界点の把握が十分になされていないことが挙げられる。

コンクリートのひび割れは、コンクリートに作用する引張応力が引張強度の何割かを越えた場合、または、引張ひずみが伸び能力を越えた場合に発生すると考えられており、温度応力によるひび割れ解析では、引張応力が供試体の引張強度の 80%に達した場合にひび割れが発生するとして解析しているのに対し、自己収縮によるひび割れ発生の判定値としては、乾燥収縮ひび割れによる研究成果をもとに引張強度の 70%に設定され、ひび割れの発生限界の目安になっている。

本研究は、施工工程や耐久性に大きく影響を及ぼすコンクリート構造物のひび割れについて、その発生時期を予測する手法を提案することを目的として、コンクリートの自由収縮を拘束することによって生じるひずみや応力を詳細に測定し、実用に供するひび割れ発生限界を示し、ひび割れ発生の予測手法の提

言を行ったものである。

本研究は以下の現象把握を目的としている。

- (1) 一軸拘束ひび割れ試験の信頼性に關する検討:コンクリートの体積収縮を拘束してひび割れを発生させる拘束ひび割れ試験はばらつきの大きい試験として位置付けられており,その一つとして採用した一軸拘束試験体を用いた試験(図-1)の信頼性を研究に先駆けて確認する.
- (2) ひび割れ発生限界点の把握:体積収縮ひび割れの発生に影響する要因を取上げた一軸拘束ひび割れ試験を行い, ひび割れ発生限界点を解明する.
- (3) ひび割れ発生限界点の適用性の把握:断面内の水分分布を変化させた一軸拘束試験体や壁状構造物, 開口部などを模擬した試験体について, 拘束ひび割れ試験を行い, 一軸拘束試験体より得られたひび割れ発生限界点の適用性について検討する.
- (4) クリープ解析の適用性の把握:コンクリートの体積収縮に伴う応力, ひずみをクリープ解析によって算定できることを確認する.
- (5) ひび割れ発生予測手法の提案:実コンクリート構造物のひび割れ発生時期を予測する手法や, 設計・施工段階におけるひび割れ発生予測手法の適用法などを提案する.

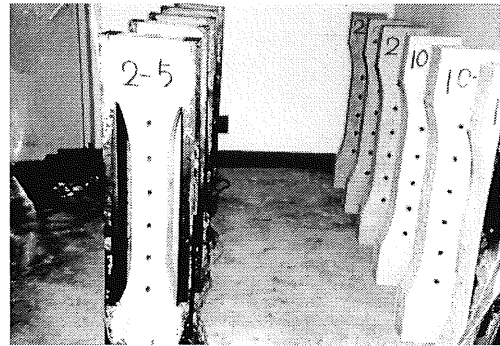


図-1 一軸拘束ひび割れ試験

拘束板のない自由収縮試験体のコンクリートひずみは測点間で若干のばらつきはあるもののほぼ一様に収縮傾向を示すのに対し, 一軸拘束試験体では測点間で大きくひずみがばらつき(図-2), 一様に収縮を示す測点や乾燥初期からほとんど収縮傾向を示さない測点など, 部位によるひずみの差が大きい. 本研究

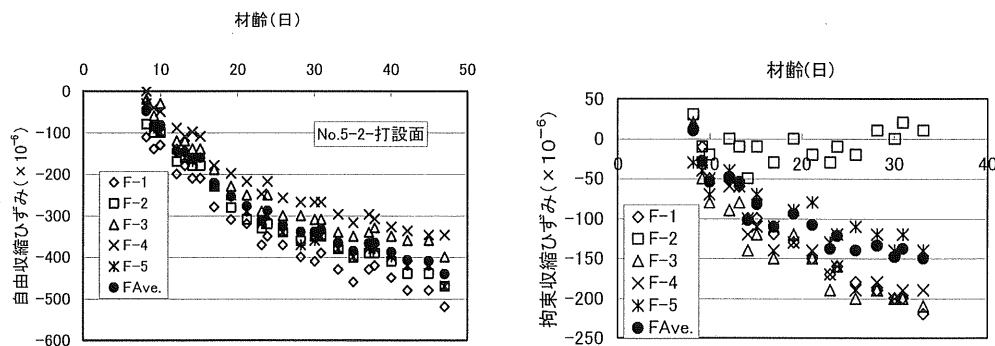


図-2 自由収縮試験体(左図)と一軸拘束試験体(右図)のひずみ履歴

の実験要因とひび割れ発生材齢の関係は、複数の研究者の試験結果の傾向と一致しており、本試験の信頼性はあると判断された。

また、乾燥後のひび割れ発生日数と引張伸び能力の関係を既往の研究結果と対比すると、ほぼ同一傾向を示し、ひび割れ発生日数が大きくなるほど引張伸び能力が大きくなる傾向にあることが明らかになった(図-3)。

断面を貫通するひび割れが発生した際にひずみが開放される範囲があり、この範囲のひずみがひび割れ発生に影響していると考えられ、この範囲から算定した凝結開始以後の引張伸び能力はひび割れ発生材齢の増加に伴って大きくなる傾向を示した(図-4)。また、この範囲の拘束引張ひずみが大きい実験条件の方が、ひび割れが早期に発生することが明らかになり、引張伸び能力限界曲線がひび割れ発生を判断する指標として適用可能であると考えられた。

また、ひび割れ発生時の拘束板ひずみの変動量に基づいて算定した収縮応力とその材齢の引張強度の比(収縮応力強度比)は、強度発現性状などが同じ条件の場合には、ひび割れ発生材齢が大きくなるほど大きくなる傾向が認められ(図-5)、材齢初期の骨材とモルタルの付着が不十分な時点と十分になった長期材齢でクリープ限が異なることが明らかになった。

力の釣合い条件とひずみの適合条件に基づき、クリープ係数を用いたステッ

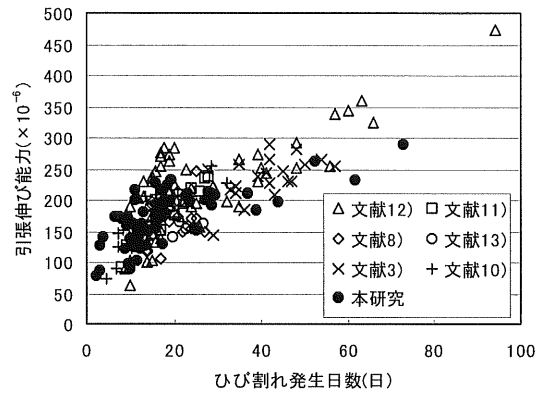


図-3 ひび割れ発生日数と引張伸び能力の比較

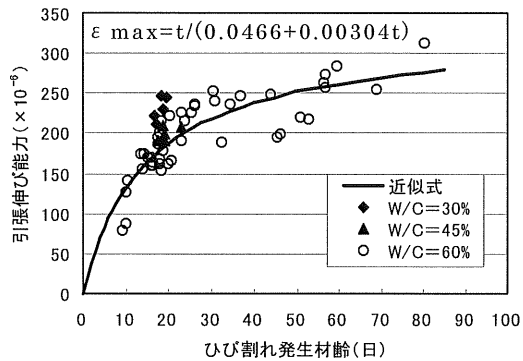


図-4 引張伸び能力限界曲線

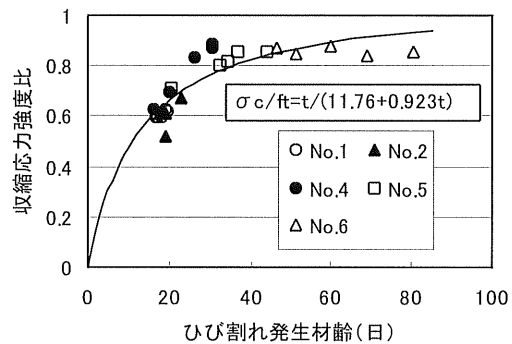


図-5 収縮応力強度比限界曲線

パイステップ法による逐次解析法により、一軸拘束試験体の収縮応力やひずみを実用上問題なく再現できることが明らかになった。

断面寸法が大きく、乾燥に伴って断面内に水分分布が生じる場合には、断面内に内部応力が発生するため、この内部応力を考慮することで上記のひび割れ発生限界曲線が適用できることを示した。

壁状構造物を模擬して底面から拘束を受ける試験体や、開口部を模擬して4周囲から拘束を受ける試験体においても、拘束によってひずみに疎密が生じ、部位により拘束度が異なる傾向が認められた。ひび割れ発生影響範囲(図-6)から算定した引張伸び能力は一軸拘束試験体とほぼ同様なひび割れ発生材齢との関係であった。

コンクリートの体積収縮ひずみ、クリープ係数、静弾性係数、引張強度の履歴と断面寸法によって解析的に拘束引張ひずみや収縮応力強度比の履歴を算定し、ひび割れ発生限界曲線に到達するか否かによってひび割れが発生する可能性を判定する手法を示した(図-7)。本研究のひび割れ発生限界曲線は体積収縮ひずみの履歴やクリープ係数が本研究で対象としたコンクリートの材料、配合と大きく異なる場合には適用できないことが考えられ、この場合にひび割れ発生限界曲線を効率的に求める実験方法についても提案した。

本研究では種々の条件下のひび割れ発生を予測するところまで達成しておらず、今後の課題とするところも多いが、この研究が体積収縮ひび割れの発生予測、コンクリートの耐久性向上に関する研究に少しでも役立てば幸いである。

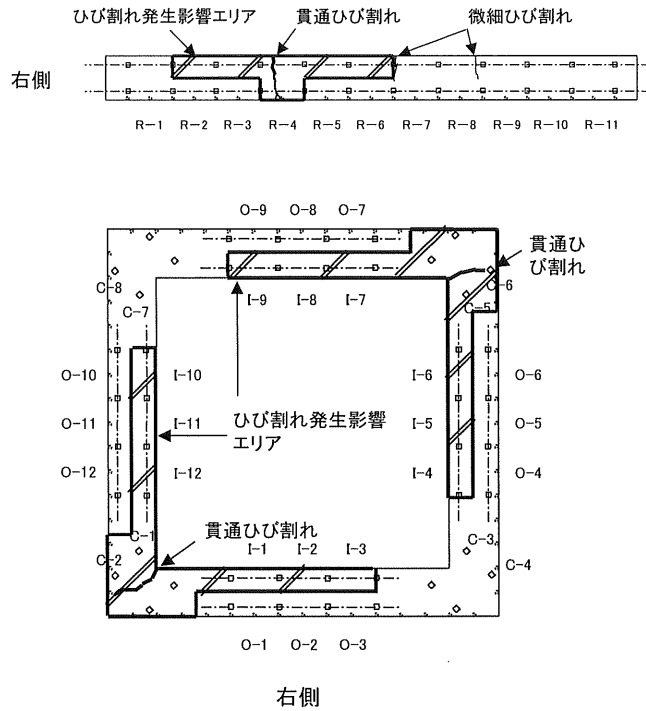


図-6 ひび割れ発生影響範囲

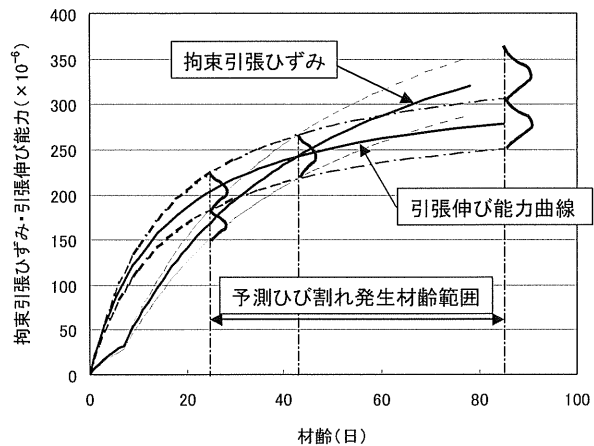


図-7 ひび割れの発生予測