

第V部門

持続曲げ荷重下で ASR 劣化が進行するプレテンション PC はりの変形挙動

京都大学 学生会員 ○西田 峻 学生会員 楠本 和也 正会員 山本 貴士
京都大学 正会員 高谷 哲 正会員 高橋 良和

1. 研究目的

本研究では、ASR が生じたプレテンション PC はりに使用状態を想定した持続荷重が作用した場合のたわみ挙動を明らかにし、経時的な変形予測を行うことを目的とした。ASR 膨張初期の PC 供試体に対する曲げひび割れ発生荷重付近の持続荷重の載荷試験結果をもとに、断面分割法を用いて、クリープおよび ASR 膨張に伴う変形を考慮した変位の予測について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状、寸法を図 1 に示す。供試体は、幅×高さ(有効高さ)×全長(スパン長)=100×200(133)×1600(1400)mm の矩形断面 PC はりとし、 $\phi 9.3$ mm の 7 本より PC 鋼より線を用いてプレテンション方式によりプレストレスを導入した。緊張力を 55kN とし、目標初期導入プレストレスを PC はりの下縁で 5.5N/mm^2 とした。

2.2 実験要因

ASR 発生の有無を実験要因とした。ASR 供試体は、膨張初期段階とし、実験期間中に徐々に ASR を進行させた。

2.3 載荷方法および測定項目

載荷試験の状況を図 2 に示す。H 鋼と載荷点となる鋼製丸鋼を挟んで上下対称に積み上げた供試体に対し、支

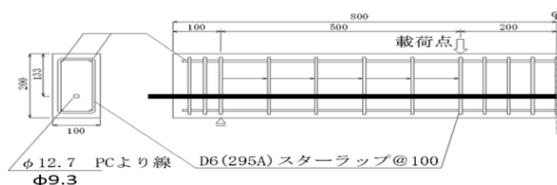


図 1 供試体の形状・寸法

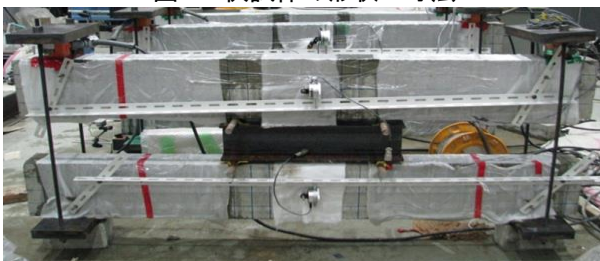


図 2 載荷状況

点に配置した鉄板と PC 鋼棒を用いてこれをナット締めすることで持続荷重を与えた。載荷は、スパン 1400mm に対し曲げスパン 400mm の対称 2 点 1 方向曲げ試験とした。載荷荷重は、プレストレスの有効率を 80%とした時の曲げひび割れ発生荷重とした。また、持続載荷中には乾燥の防止と ASR 膨張の促進のため、供試体の周りをポリエチレン製ラップで覆い、ASR 供試体には塩水を、健全供試体には水道水を散布して湿潤環境を保った。

3. 実験結果および考察

持続曲げ荷重を載荷した PC はりの中央変位挙動およびひずみ挙動をそれぞれ図 3、図 4 に示す。図はどちらも、持続曲げ荷重載荷直後を起点としており、中央変位はたわみ方向が正、反りの方向が負、ひずみは膨張・引張方向が正、収縮・圧縮方向を負としている。図 3 より、

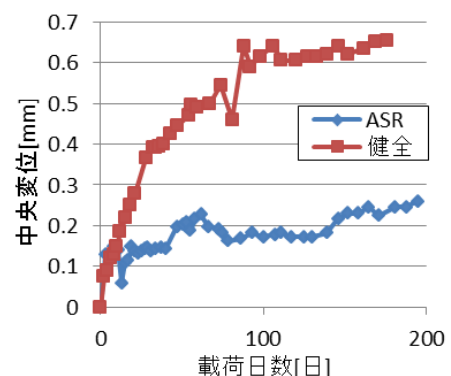


図 3 中央変位の経時変化

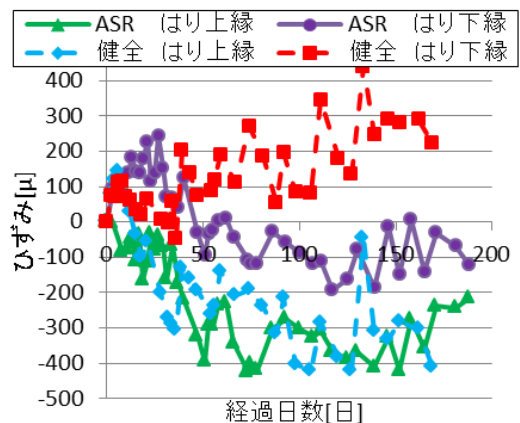


図 4 ひずみの経時変化

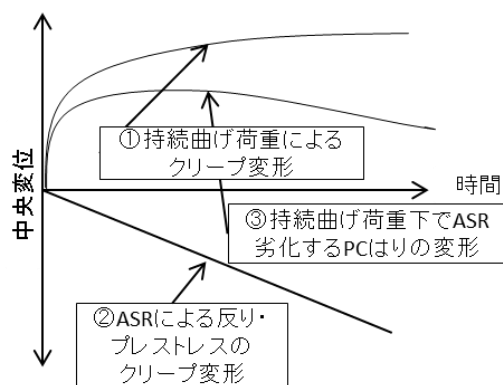


図 5 中央変位挙動の概念図

健全供試体ではクリープ変形が原因と考えられるたわみの増加が見られた。ASR 供試体では、載荷後 20 日ほどでたわみの増加が緩やかになった。また、図 4 に示すように、健全供試体では、はりの上下でほぼ対称なひずみの増加が観察された。一方、ASR 供試体では、載荷後 30 日以降、はり下縁のひずみが収縮・圧縮側に転じ、さらに日数が経過するとはり上縁のひずみが膨張・引張側への変化した。既往の研究¹⁾より、持続曲げ荷重載荷を行わない PC はりでは、健全供試体と比較して大きく反りの変形が進むことが確認されている。持続曲げ荷重を載荷した ASR 供試体でも ASR 膨張による反りの変形が加わることで、持続曲げ荷重によるたわみの増加が、健全供試体と比べて抑制されたと考えられる。

4. 変形予測

ASR 劣化が進行する PC はりのスパン中央変位の経時的な挙動の概念図を図 5 に示す。持続曲げ荷重下で ASR 劣化が進行する PC はりの変形要因には、持続曲げ荷重によるたわみ、プレストレスによるクリープ変形および ASR 膨張による反りの変形が挙げられる。ASR 劣化が進行する PC はりの中央変位を、これらの変形を重ね合わせることにより予測した。各変形により生じる断面のひずみ分布を断面分割法でそれぞれ求める。軸方向の断面曲率を考慮し、弾性荷重法で中央変位を求めた。クリープ変形はクリープひずみに関する式(1)²⁾を用いて算出した。

$$\frac{\varepsilon_{cc}(t,t')}{\sigma'_{cp}} = \frac{4W\left(1 - \frac{RH}{100}\right) + 350}{12 + f'_c(t')} \quad (1)$$

ASR 膨張による反り変形は既往研究¹⁾で算出されているものを用いた。なお、持続曲げ荷重の作用により、断面上縁には 7N/mm^2 の圧縮応力が作用している。この圧縮応力の作用により、ASR 膨張が自由膨張より抑制され

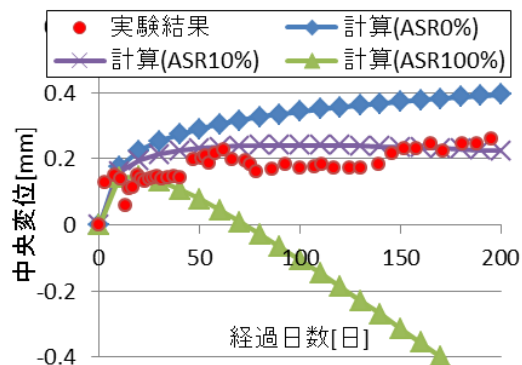


図 6 実験値と計算値

ると考えられる。既往の研究²⁾より、持続圧縮応力下での ASR 膨張は、自由膨張量の 10%程度に抑制されると仮定した。

以上のように、各変形要因による中央変位を算出し、重ね合わせることによって算出した中央変位の計算結果を図 6 に示す。図には、比較のため、クリープ変形によるたわみのみの場合 (ASR 0%)、およびはり上縁が重膨張した場合 (ASR 100%) の計算値も併せて示した。ASR 膨張量を自由膨張の 10%と仮定した計算により、クリープ変形に伴うたわみ増加の緩和を再現でき、また中央変位の経時変化の実験値を比較的精度よく予測できた。

5. 結論

本研究で得られた主な結果をまとめて結論とする。

- (1) 持続曲げ荷重下で ASR 劣化が進行する PC はりでは、健全な PC はりと比較して、クリープ変形に伴うたわみの増加が緩和された。
- (2) 持続曲げ荷重作用下で ASR が進行する PC はりの中央変位を、持続曲げ荷重によるたわみ、プレストレスによるクリープ変形および ASR 膨張による反りの変形を考慮して重ね合わせにより予測した結果、比較的精度よくはりの中央変位の経時変化を予測することができた。

参考文献

- 1) 西田峻, 山本貴士, 高谷哲: ASR を生じるプレテンション PC 梁の持続曲げ荷重による変形挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, 2016
- 2) 土木学会: コンクリート示方標準書(2007 年制定)[設計編]
- 3) プレストレスト・コンクリート建設業協会 ASR 対策委員会 報告書, 社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会, p.p.63-64, 平成 21 年 3 月