

京都大学 学生会員 ○西田 峻 学生会員 大鳥 翔平 京都大学 正会員 山本 貴士
京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、ASR が生じたプレテンション PC 梁に持続荷重が作用した場合のたわみ挙動を明らかにすることを目的とし、ASR 膨張の段階を変化させた PC 梁供試体に曲げひび割れ発生付近の荷重の持続載荷試験を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状、寸法を図 1 に示す。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 梁とし、 $\phi 12.7\text{mm}$ または $\phi 9.3\text{mm}$ 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。目標初期導入プレストレスは、 $\phi 12.7\text{mm}$ で 9.8N/mm^2 (緊張力 98kN)、 $\phi 9.3\text{mm}$ で 5.5N/mm^2 (緊張力 55kN) とした。コンクリートの目標配合強度は、 35N/mm^2 とした。

2.2 実験要因

ASR の開始(0μ)と同時、および進展期相当(最大膨張量 $3800\sim 5900\mu$)の供試体、に荷重を作用させるものを、載荷開始時の ASR 膨張の要因として設定した。

2.3 実験方法および測定項目

載荷試験の状況を図 2 に示す。載荷点を挟み上下対称に配置した梁供試体に対し、支点位置で PC 鋼棒を用いて持続荷重を与えた。荷重は、この支点位置にロードセルを設置することにより調整した。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、載荷荷重は、残存プレストレスを 0% とした時の曲げひび割れ発生荷重(以下、荷重①)と、同じく 80% とした時の曲げひび割れ発生荷重(以下、荷重②)を設定し、膨張進展期の供試体には荷重①および②を、初期の供試体には荷重②のみを持続載荷した。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。

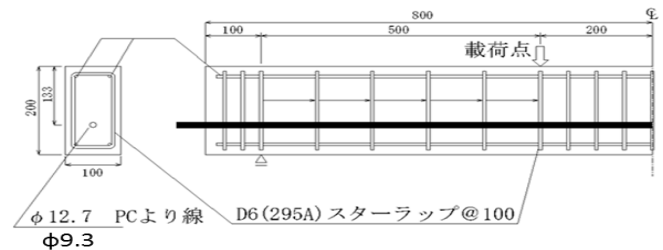


図 1 供試体の形状(単位 : mm)

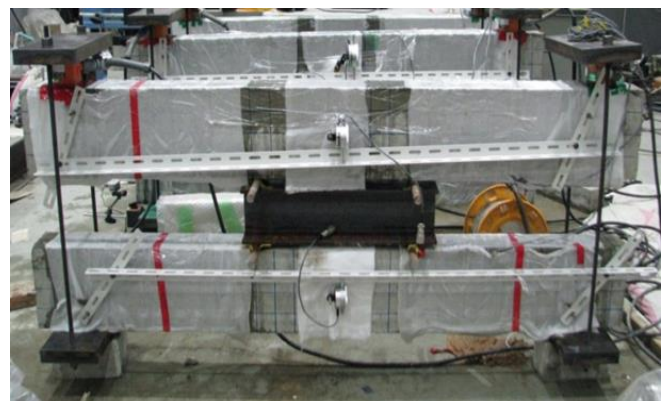


図 2 載荷状況

3. 実験結果および考察

3.1 膨張進展期の PC 梁の有効率の推定

プレストレスの有効率と荷重載荷直後のたわみ(以下、短期たわみ)の計算値の関係を図 3 に示す。短期たわみの計算値は、梁軸方向の曲率分布から弾性荷重法により求めた。なお、 E_c には、 30kN/mm^2 (設計値)、円柱供試体の圧縮試験より求めたもの、および荷重①載荷時のたわみより逆算したものをを用いた。また、図中には、膨張進展期供試体の短期たわみの実験値をあわせて示した。円柱供試体の $E_c=15\text{kN/mm}^2$ を用いると有効率 80% でも計算値の方が実験値より大きくなった。一方、 $E_c=30\text{kN/mm}^2$ あるいは荷重①載荷直後のたわみの実験値から逆算した $E_c=23\text{kN/mm}^2$ を用いると、有効率は 75~80% の範囲で実験値と一致する結果となった。このことから、梁供試体では鋼材拘束のため、今回の ASR 膨張の段階にあっても、拘束のない円柱供試体よりも静弾性係数の低下が小さいといえる。また、ASR 膨張による PC 鋼より線とコンクリートの間の付着低下は顕著でなく、有効率の低下

は大きくないと推察できる。

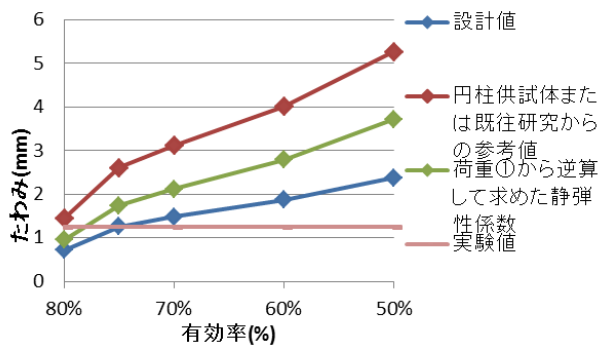


図3 PS有効率と短期たわみの関係

表1 荷重直後のたわみの実験値と計算値

	荷重①	荷重②
実験値	0.288	1.25
計算値	0.219	0.727

3.2 たわみの時間変化

荷重②の持続荷重45日後のひび割れ状況を図4に示す。荷重荷重前に発生していたひび割れを赤線で、持続荷重で新たに確認されたひび割れを青線で示した。持続荷重中に曲げスパン内でひび割れが発生するとともに、既存のひび割れも進展する様子が見られた。

たわみの時間変化を図5に示す。短期たわみが生じた状態を原点とし、以降のたわみの変化量を示した。膨張進展期では、小さい荷重である荷重①の場合、たわみが荷重後すぐに収束し、その後若干上反り方向へ変化した。ASR膨張が進展し、鋼材拘束により上反り変形が生じたと考えられる。また、荷重①ではひずみ分布が全断面でほぼ圧縮側となるので、ASR膨張によるひび割れの拡大が生じず、また外部からの水分の供給があるため、内部から外部への水分移動が行われにくく、コンクリートの変形が進まなかった可能性も考えられる。一方、大きい荷重である荷重②では、たわみが時間の経過とともに増加した。断面圧縮域の圧縮応力増加でコンクリートの変形が進んだとともに、荷重②は曲げひび割れ発生荷重付近の荷重であるため、断面下縁では引張ひずみが生じ、既に存在しているASR膨張によるひび割れが引張力によって広がり、さらに持続荷重で増加したひび割れを介して、内部の水分などが外部に逸散しやすくなって変形が進行したと考えられる。

ASRの開始とともに荷重を開始した供試体(ASR膨張初期)では、荷重直後から10日程度までは健全とほぼ同様の傾向を示した。しかしこれ以降、ASR供試体では、

たわみの増加が見られなかった。ASR膨張が開始し、鋼材拘束による上反りの方向へ変形が生じた可能性が示唆される。ただし、本実験の荷重環境のように、冬期で室温が比較的低い時期にこのような若材齢でASR膨張挙動が現れるか否かについては今後の計測をまって確認を行う必要がある。

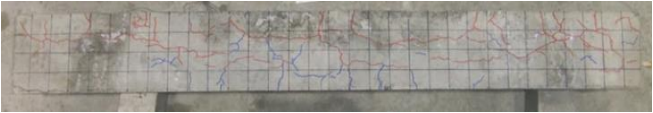


図4 持続荷重終了後のひび割れ状況

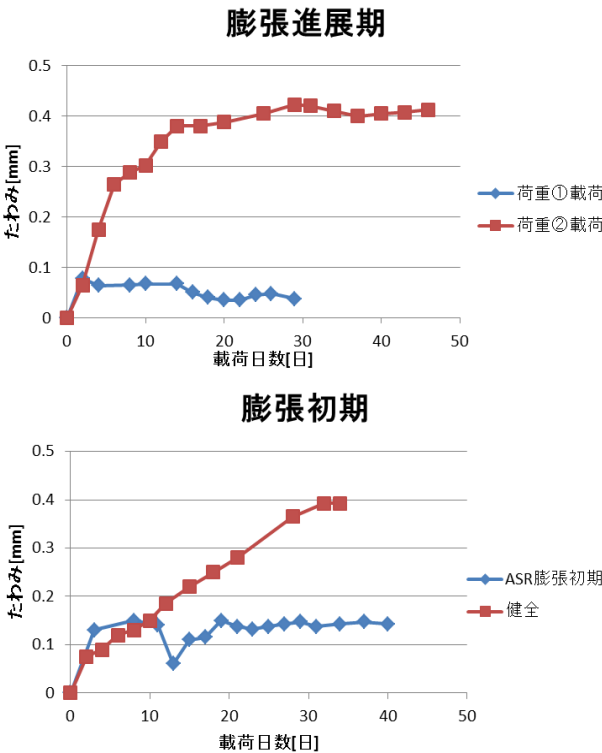


図5 荷重後の変形

4. 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) 短期たわみの実験値から、今回のASR進展期の膨張段階では、PC鋼より線とコンクリートの付着低下による有効プレストレスの低下は小さいと推察できた。
- (2) ASR進展期で曲げひび割れ発生荷重よりも小さい荷重が持続した場合、ASR膨張の進展とともに上反り方向の変形が生じることも考えられる。
- (3) ASR進展期で曲げひび割れ発生荷重付近の荷重が持続すると、時間の経過とともにたわみが増大する。
- (4) ASRの開始とともに曲げひび割れ発生荷重付近の荷重を作用させた場合、荷重から早い段階でASR膨張の開始とみられる上反り方向の変形が現れた。