

半円コア応力解放法による PC 橋の残存プレストレス量の推定

奥村組 正会員 ○川口 昇平
奥村組 正会員 廣中 哲也

奥村組 正会員 西山 宏一
奥村組 正会員 齋藤 隆弘

1. 目的

PC 橋の構造性能を評価する方法の一つとして応力解放法¹⁾がある。応力解放法は、PC 桁のコンクリート表面にコア削孔機等で切込みを入れ、コンクリートに作用している応力を解放することで残存プレストレス量を計測する方法である。本報では応力解放法の考えに基づいた新たな計測手法（以下、半円コア応力解放法）の概要およびその有効性を確認するために実施した要素実験の結果について報告する。

2. 半円コア応力解放法

一般的な応力解放法は、コンクリートの正面からコア削孔して応力を解放させる方法で行われる。その際、コア削孔の前後でひずみゲージを断線する必要があり、連続的に計測できないため、応力推定に大きな影響を及ぼす削孔中のひび割れ等の発生の有無について、削孔後の目視観察で判別する必要がある。一方、半円コア応力解放法では、**図-1**のように PC 桁の下フランジを側面から半円状に削孔して応力解放を行うため、ゲージを断線する必要がなく、連続的なひずみ計測が可能である。そのため、コア削孔中に生じるひび割れ等によるひずみの挙動を容易に把握することが可能である。また、1カ所の削孔位置につき縦横複数のゲージで計測可能なことから、データの信頼性を高めることができる。

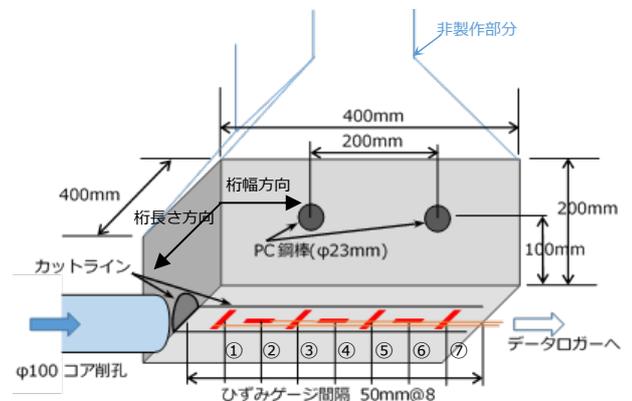


図-1 PC 桁下フランジ部模擬試験体の形状

3. 実験方法

表-1に示すように水セメント比が35~55%の3つの試験体を作成し、圧縮強度に応じて表-2のプレストレスを導入した。最大粗骨材寸法25mmとコア径(φ100mm)を考慮して長さ60mmのコンクリートひずみゲージを使用し、50mm間隔で縦横を交互に貼付した。**図-1**の①③⑤⑦はコア削孔の方向に対する横ひずみ(桁長さ方向)、②④⑥は縦ひずみ(桁幅方向)の測定用である。**写真1**の実験装置を用い、500kNジャッキ2基でPC鋼棒に所定のプレストレスを導入した後、コア削孔機(乾式仕様)で半円状に削孔中のコンクリートひずみを連続的に計測し、導入したプレストレスが解放されること確認した。

4. 実験結果

図-2にコア削孔時の計測ひずみの結果を示す。コア削孔時にコンクリートにひび割れ等が発生すると急激なひずみの変化が見られるが、今回の計測データからは、50mm削孔

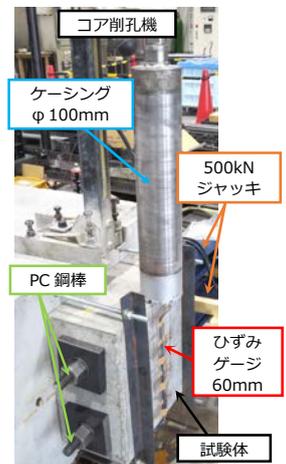


写真1 実験装置

表-1 試験体の配合と圧縮強度およびヤング率

試験体	W/C	単位容積質量(kg/m ³)				圧縮強度 σ_{28} (N/mm ²)	ヤング率 ^{注1} (kN/mm ²)
		W	C	S	G		
NPC1	35%	158	451	633	1134	74.8	38.9
NPC2	45%	164	364	653	1170	50.5	34.5
NPC3	55%	171	311	662	1187	34.7	29.1

注1) 各試験体の材令28日のφ100mm×200mmの試験体より求めたヤング率

表-2 導入プレストレスとポアソン比

試験体	最大荷重 P(kN)	圧縮応力 σ_{pc} (N/mm ²)	平均横 ひずみ ^{注1} (μ)	ポアソン比 ^{注2}
NPC1	450×2	11.25	289	0.20
NPC2	300×2	7.50	217	0.20
NPC3	150×2	3.75	86	0.22

注1) 各試験体の最大荷重時の横ひずみ(①③⑤⑦)の平均値

注2) 各試験体の最大荷重時の横ひずみ(①③⑤⑦)と縦ひずみ(②④⑥)の各平均の比より求めたポアソン比

キーワード PC 橋, プレストレス, 応力解放法

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂387 株式会社 奥村組 技術研究所 TEL 029-865-1521

毎に行った1分間のインターバル時の温度変化によるひずみの変化を除き、急激なひずみの変化は見られなかった。次に、計測ひずみから温度ひずみを差し引くことで求めた実ひずみを図-3に示す。温度ひずみと実ひずみはそれぞれ式(1)および式(2)より求めた。図-2に比べ図-3では温度ひずみの影響が打ち消され、コア削孔終了後のひずみがほぼ0となりプレストレスが解放されていることが分かる。なお、この温度ひずみの原因はコアビットの摩擦熱であるが、半円コア応力解放法の場合、写真2に示すように切削面の半分が開放されていることで切粉がスムーズに排出され、コンクリート表面の温度上昇は+10~20℃程度に抑えることできた。

各試験体の最大荷重時に生じるひずみの平均値（以下、増加ひずみ）とコア削孔完了後のひずみの平均値（以下、解放ひずみ）の比率を表-3に示す。この比率が100%であれば、導入プレストレスを正確に計測できていることを意味する。NPC-1, 2では増加ひずみと解放ひずみが概ね合致し、5%程度の誤差でプレストレスを推定できることが分かった。NPC-3では誤差が少し大きくなったが、NPC-1, 2に比べて導入した圧縮応力に対する増加ひずみが若干小さく、ポアソン比は少し大きく算定されたことなどが影響したと考えられる。



写真2 コア切込み状

$$\begin{cases} \dot{\epsilon}_1 = \epsilon_1 + \epsilon_{1T} \\ \dot{\epsilon}_2 = \epsilon_2 + \epsilon_{2T} \\ \epsilon_2 = -\nu\epsilon_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \epsilon_T = \epsilon_{1T} = \epsilon_{2T} \text{ の時} \\ \epsilon_T = \frac{\dot{\epsilon}_2 + \nu\dot{\epsilon}_1}{1+\nu} & \text{式(1)} \\ \epsilon_1 = \frac{\dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_2}{1+\nu}, \quad \epsilon_2 = \frac{\nu(\dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_2)}{1+\nu} & \text{式(2)} \end{cases}$$

ϵ_1, ϵ_2 : 計測ひずみ $\epsilon_{1T}, \epsilon_{2T}$: 温度ひずみ
 ϵ_1, ϵ_2 : 実ひずみ ν : ポアソン比

表-3 ひずみ増加量と解放ひずみの比較

試験体		最大ひずみ(単位: μ)		ポアソン比 [※]
		横ひずみ平均	縦ひずみ平均	
NPC-1	増加ひずみ	289	58	0.20
	解放ひずみ	298	61	
	比率	103%	105%	
NPC-2	増加ひずみ	217	44	0.20
	解放ひずみ	226	46	
	比率	104%	104%	
NPC-3	増加ひずみ	86	19	0.22
	解放ひずみ	104	22	
	比率	121%	116%	

※表-2のポアソン比と同じ

5. まとめ

半円コア応力解放法により、PC橋の下フランジを想定した模擬試験体に対して残存プレストレス量の測定を行った結果、プレストレス解放の過程を確認できる連続した計測データが取得でき、かつ概ね精度良く推定が可能であることが分かった。

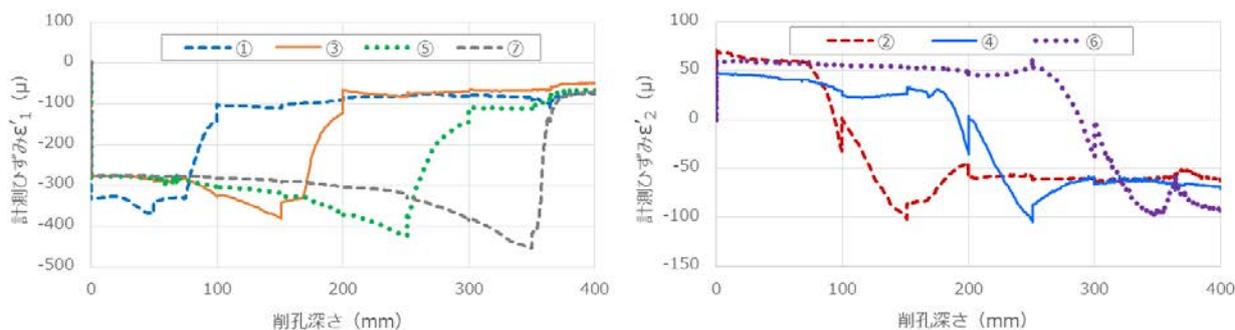


図-2 削孔深さと計測ひずみの関係 (NPC1) 【左; 横ひずみ, 右; 縦ひずみ】

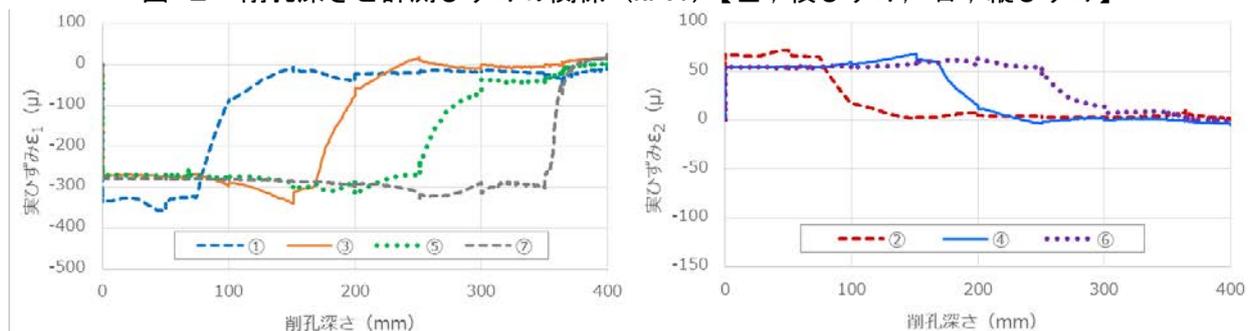


図-3 削孔深さと計測ひずみの関係 (NPC1) 【左; 横ひずみ, 右; 縦ひずみ】

参考文献 1) 加藤暢彦, 金田昌治, 園田恵一郎: コンクリート構造物の現存応力の測定法に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 42A, pp. 333-340, 1996.