

PC 版の応力開放法による有効プレストレス量の推定

九州工業大学

学生会員 松尾 明武

九州工業大学

正會員 幸左 賢二

大日本コンサルタント（株）

正會員 清水 英樹

西日本高速道路株式会社

正会員 福永 靖雄

1. はじめに

今回対象とする関門トンネル PC 天井版は、昭和 32 年竣工と、PC 構造の創生期に造られた構造物である。著者らは、竣工後 53 年の長期間に渡って海水の漏水や排気ガスに曝された薄い PC 版構造が保有している有効プレストレス量の評価を実施している。ここでは特に、薄い PC 構造において、コア削孔による有効プレストレス推定方法の適用性について述べる。

2. 実験概要

PC 天井版の形状を図-1 に示す。PC 天井版は長さ 3275 mm、幅 495 mm、厚さ 60 mm で 1 枚の重量が約 250 kg、断面下側に $\phi 2.9$ mm の PC 鋼線が 16 本、上側に同鋼線が 5 本、プレテンション方式で配置され、 $\phi 3.2$ mm の丸鋼が PC 鋼線を取り囲むように配置されている。また、PC 天井版のコンクリートの設計強度は、 50 N/mm^2 で、実測した弾性係数の平均値は 37500 N/mm^2 である。また、PC 鋼線の初期緊張力の設計値は、設計降伏強度の約 86% で 1372 N/mm^2 である。本研究で推定する有効プレストレスは、PC 鋼線の初期緊張力から、クリープ・乾燥収縮・リラクゼーション・その他劣化要因を考慮に入れた PC 鋼材の有効引張応力である。

コア削孔は、図-2 に示すように PC 天井版-No.1～5 の 5 体よりコア $\phi 100 \text{ mm}$ を 6 本、 $\phi 66 \text{ mm}$ を 4 本採取した。2 つの削孔径で実施した理由は PC 天井版が厚さ 60 mm と非常に薄いことから、採取コアのアスペクト比の違いに着目したものである。また、PC 天井版-No.1, 2, 4, 5 は下面から上面に向かって、PC 天井版 No.3 は上面から下面に向かって削孔した。削孔する際には削孔深さ 1 mm 増加する毎にひずみを計測して、削孔深度と応力開放量に着目している。

3. 実験結果

図-3 に削孔パラメータと結果概要を示す。それぞれの削孔方法で開放されるひずみの傾向が異なっている。削孔方法-A は、計測ひずみのばらつきが大きく、ひずみが開放されなかった。また、削孔方法-B は計測ひずみのばらつきも見られ、開放されるひずみ量が少なかった。削孔方法-C では、削孔方法-A,B と比べて計測方法が難しく計測できないことがあるが、計測ひずみのばらつきが少なく、開放されるひずみ量も大きい。

ひずみ変化量から有効プレストレスを推定したものを表-1に示す。削孔方法-A については-0.18, 1.46 などと比率が、0 前後や1を超えるもののみで信頼性に欠ける。また削孔方法-B では、上

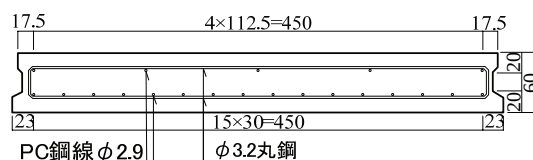


图-1 PC 天井板断面图

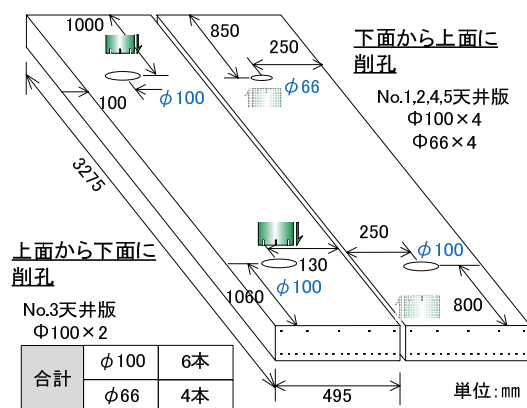


图-2 削孔位置概要图

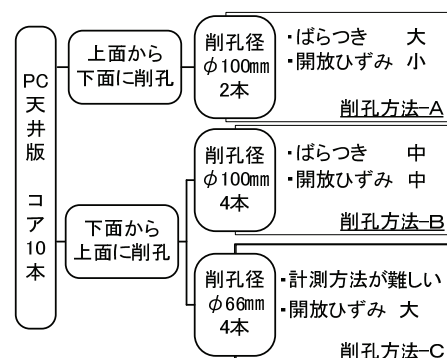


図-3 削孔パラメータと結果概要

表-1 推定有効プレストレス

削孔方法-A					
PC天井版		比率	評価	比率	評価
No.3	上面	-0.18	×	1.46	×
	下面	0.18	×	0.34	×

削孔方法-B			
PC天井版		比率	評価
No.1	上面	0.88	△
	下面	0.54	△
No.2	上面	0.79	△
	下面	0.38	△
No.4	上面	0.03	△
	下面	0.46	△
No.5	上面	0.77	△
	下面	0.45	△

削孔方法-C			
PC天井版		比率	評価
No.1	上面	計測不可	
	下面		
No.2	上面	0.66	△
	下面	0.66	○
No.4	上面	1.24	△
	下面	0.64	○
No.5	上面	-	×
	下面	0.68	○

面の比率は 0.8 前後のものが多いが、0.03 のものもあり信頼性は中程度である。下面では 0.46

前後と安定しているが、比率は低い。削孔方法-C では、上面の比率は 0.66, 1.24 と実測値が 2 つであり信頼性が低い。下面では、3 つのコアがすべて 0.65 前後と、ばらつきも少ない。また、削孔方法-B, C より削孔径 $\phi 66$ mm は $\phi 100$ mm と比べて 2 割程度高い値となっている。削孔径によって開放されるひずみ量に差が出ることが分かる。

図-4 に、それぞれの削孔方法における削孔深度とひずみ変化量の代表例を示す。初期導入ひずみ量を 1.00 とした場合の最終ひずみ変化量の比率を図-4 のグラフ上部に示す。図-4 (A) より削孔方法-(A) では削孔前半、ほとんどひずみが開放されていないが 40 mm 前後でひずみが大きく変化しており、連続的に計測できていないことがわかる。また、図-4 (B), (C) より、削孔深さ 10 mm 時において開放ひずみに差が生じている。前述したように削孔径によって差が生じていることが分かる。従って、今回の計測方法では PC 天井版の有効プレストレスは、 $\phi 66$ mm のコア削孔後直後の下面ひずみより初期導入量の 0.65 程度と推定される。

図-4 (C) に示す①~③の削孔深度 10 mm と 20, 50 mm のひずみ変化のイメージを図-5 に示す。②より、削孔深度 10~20 mm の間に上面側では圧縮ひずみが増加して、下面側では引張ひずみが増加している。これは、下面側からコア削孔されることによって削孔されていない上面側に作用する圧縮量が増加して行き、下面側は圧縮力が作用しなくなること、ひずみが開放され、上側圧縮、下側引張の曲げ挙動を示すためである。同様に削孔深度 50 mm (③) では、曲げ挙動が大きくなる。また、コアに作用する圧縮力を受ける面積が小さくなることで、コア全体として作用する圧縮力が小さくなり上下面側ともにひずみの絶対値が小さくなる。今回実験した PC 天井版-No.1, 2, 4, 5 は下面側から削孔することで曲げ作用によるひずみ変化を小さくできたと考えられる。以上より有効プレストレスをコア削孔前後のひずみ量の差により推定する場合は、初期導入ひずみ量が大きいと推定される側より小さな径のコアで抜く方が、比較的、信頼性のある計測が可能である。

4. まとめ

PC 天井版のような PC 構造物において、コア削孔による有効プレストレス推定法の適用性について検討し、以下の結果が得られた。

1) PC 版を用いた応力開放法での有効プレストレスは、他の計測方法から推定される 0.8 程度に対して、0.7 程度と、小さな値となった。

2) 応力開放法では、弾性係数を正確に推定する必要があること、削孔径の影響があり、測定手法によって有意差が生じる。

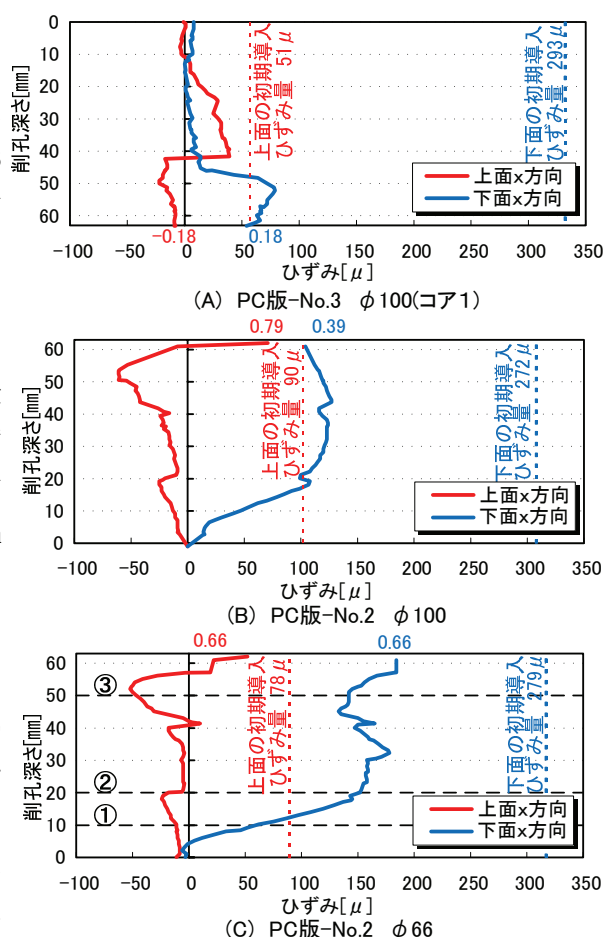


図-4 削孔深度とひずみ変化量

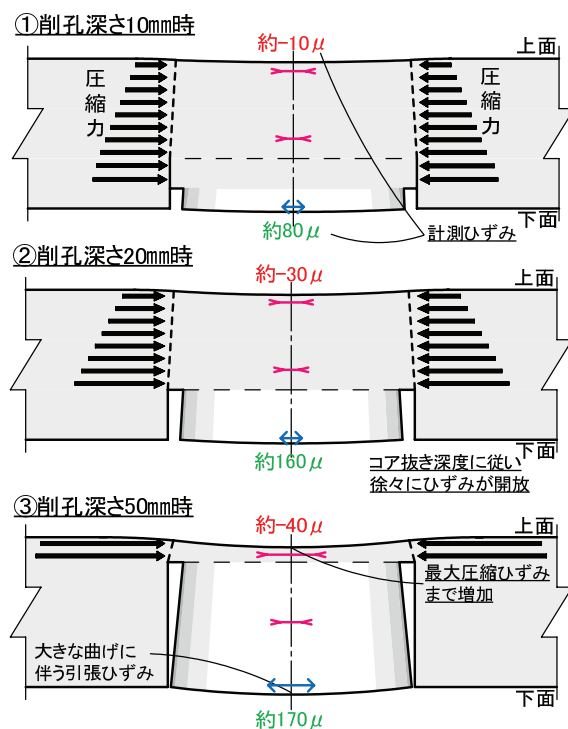


図-5 コア削孔中のひずみ変化イメージ