

応力開放法を用いた有効プレストレスの推定について

九州工業大学 学生会員 ○原口 政仁
住友大阪セメント(株) 正会員 上原 伸郎

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
大日本コンサルタント(株) 正会員 清水 英樹

1.はじめに

本研究では、円形コア削孔とスリット切削の 2 つの推定手法による応力開放法について、緊張力が既知量である大型 PC 桁供試体を用いて実験を行い、推定値の評価を行った。また、得られたひずみの変化量から切削方法や溝の形状が開放される応力に及ぼす影響について考察を加えた。

2.応力開放法

2.1 供試体概要

図-1 に PC 桁供試体形状および計測位置を示す。供試体は長さ 4500mm、幅 350mm、厚さ 550mm の長方形充実断面とした。また、PC 鋼線端部に設置したロードセルによって PC 鋼線の緊張力を直接計測した。さらに、下面に 30mm のひずみゲージを貼付け、応力開放法におけるひずみ変化量を計測した。

2.2 円形コア削孔

図-2 に円形コア削孔方法を示す。コア径は $\phi 66\text{mm}$ として、主、帯鉄筋を避けるように削孔し、削孔深さはシーズを傷付けない限界深さ 80mm とした。また、打設時にあらかじめリード線を埋設し、削孔時にはリード線をコア内部に含めて削孔することで、コア表面で発生するひずみ量を連続的に計測した。なお、ひずみゲージは 30mm のロゼッタゲージを用い、緊張力の開放量を直接計測している軸方向の計測値を用いて評価した。

図-3 に実験結果を示す。縦軸は計測ひずみ量(μ)を基準値(μ_0)で除し、横軸は削孔深さ(L)をコア径(ϕ)で除すことにより無次元化している。なお、基準値はロードセルから算出した PC 桁下面に作用する想定ひずみ量とした。

全計測結果で共通する事象として、 $L/\phi=0.5\sim 0.6$ で最大ひずみ量が計測され、その後ひずみ量が減少した。また、 $L/\phi=1.0$ 以降でひずみ量が一定の値に収束していく挙動が見られた。このことから、ひずみ量が収束した位置 $L/\phi=1.0$ 以降の削孔深さ位置では、コア表面の応力が完全に開放されたと判断される。よって、最終計測位置で計測されたひずみ量を用いて推定値を評価した。推定値は図中に示す通り 0.23~0.75 となり、いずれの値も基準値より小さく、計測位置ごとの計測差が大きい結果となった。計測差が大きくなった要因としては、骨材の最大寸法 20mm に対して 1.5 倍程度のゲージ長 30mm を選定したために、表面近傍に存在する粗骨材の影響を受けた可能性が考えられる。

図-4 に解析結果と実験結果の比較を示す。 $L/\phi=0.5$ 付近で最

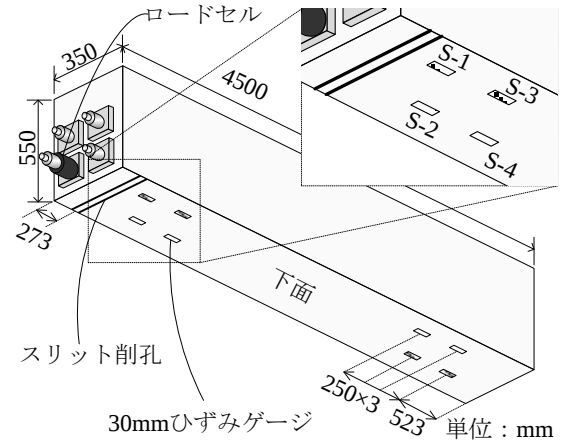


図-1 PC 桁供試体形状および計測位置

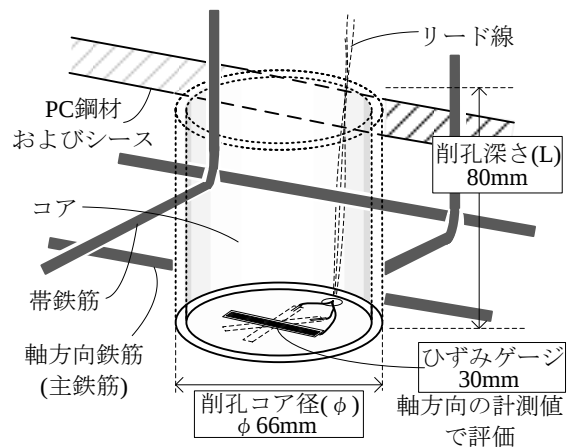


図-2 円形コア削孔方法

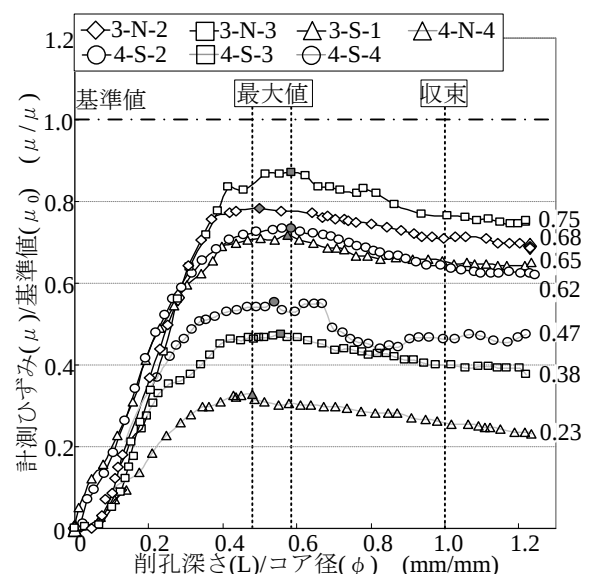


図-3 円形コア削孔実験結果

大値を示した後、減少傾向を示す曲線形状は同様であることから、今回の実験結果は応力開放に伴うひずみ変化の挙動を示していると考えられる。しかしながら実験値の最大値、および最大値と収束値の差は、解析値と比べて 65%程度の値となっている。実験と解析で差が生じた要因として、解析ではコアと削孔で残る部分との応力伝達が反映されておらず、実験ではコア削孔位置から外側に向けて応力の再分配が生じることによって、表面で発生するひずみ量が小さくなったと考えられる。

2.3 スリット削孔

図-5 にスリット切削および計測状況を示す。緊張力と直交し、PC 桁を横断するように切削した 2 本のスリット間で発生するひずみ変化量を計測した。なお、スリット間隔は、 $\phi 66\text{mm}$ 円形コアの結果と比較するために 66mm としている。ひずみの計測は、計測長 50mm のコンタクトゲージによって行い、計測箇所は図に示す通り 9 箇所とした。削孔深さは、削孔器具の制約上 28mm までとし、削孔深さ 5 、 10 、および 22mm の時点で一旦切削を中断し、それぞれ計測を行った。

図-6 中にスリット削孔の実験結果を示す。なお、縦軸と横軸は図-3 と同様に無次元化して表記している。また、スリット切削深さは 28mm までであるため、計測値の評価は既往の研究で見かけ上の応力開放位置とされる、 $L/D=0.33$ の時点とした。計測の結果、 $L/D=0.33$ (切削深さ 22mm)まではひずみ量が単純に増加するとともに、それ以降ではひずみが減少する挙動が確認された。この傾向は、円形コア削孔の場合と同様であった。一方で、 $L/D=0.33$ で計測されたひずみの比は 1.08 であり、円形コア削孔による方法で得られた $0.23\sim 0.75$ と比べて明らかに大きく、基準値と同等の推定結果が得られている。

今回の実験では、供試体軸の横断方向をすべて切削している。そのため、局所的に応力が開放され、側方の残部が連続して応力を伝播する円形コア削孔の場合とは異なり、スリット切削では、供試体軸方向の同一深さにおいて等分布荷重が作用した状態であると推察される。このように、供試体軸直交方向への応力の再配分や応力集中が生じにくい切削方法としたことが、高い推定値が得られた要因として推察される。

4. まとめ

1)円形コア削孔による応力開放法では、解析結果によって求められる曲線形状と同様なひずみ変化の挙動を示したものの、推定値は高いものでも 75%程度に留まる結果となった。この要因としては、コア径やゲージ長の寸法、削孔時における応力再分配などが考えられた。

2)スリット切削による応力開放法では、概ね基準値と同等の推定結果(108%)を得た。供試体軸の横断方向をスリットにより切削する場合には、供試体軸横断方向で等分布荷重になると考えられる。このことから、スリット切削では、比較的良好な推定値を得ることができたと推察される。

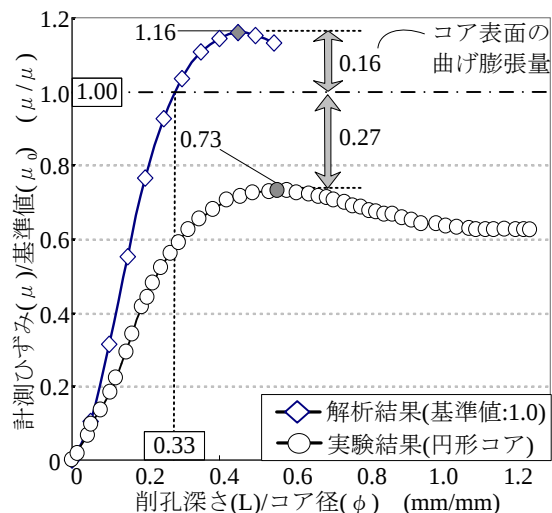


図-4 解析結果との比較

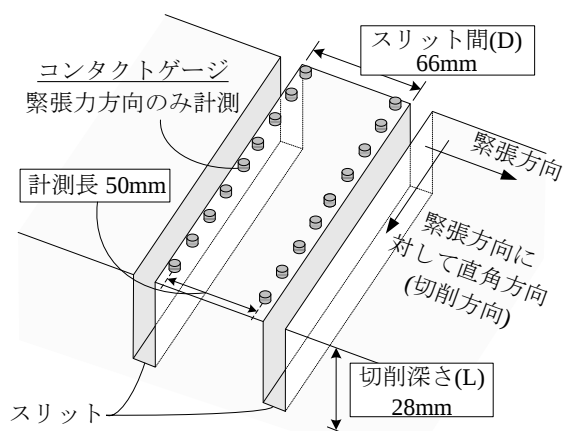


図-5 スリット削孔方法

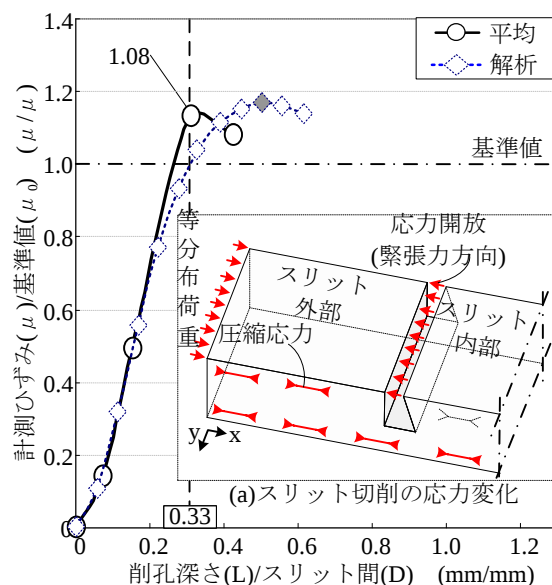


図-6 推定結果の比較