

二軸圧縮状態のコンクリート試験体を用いた応力解放法に関する実験的検証

東京電力(株) 正会員 ○伊東 敏彦 正会員 久保田 克寿
 東電設計(株) 正会員 瀬下 雄一 正会員 溜 幸生

1. はじめに

水力発電所の水路トンネルにおいて、地圧等によりはらみ出しなどの変状が発生している箇所では、覆工コンクリートの応力測定を実施することにより外圧等を推定するための重要な情報が得られる。水路トンネルは軸方向に長い構造物であり、覆工コンクリートの応力は周方向だけでなく、その軸方向にも発生する可能性があり、また、変状箇所においては曲げ引張等の応力も発生しうる。一方、既設コンクリート構造物における部材の応力測定手法の一つに応力解放法がある¹⁾ほか。筆者らは、一軸圧縮状態の大型コンクリート試験体を用いて応力解放法の妥当性検証を行ったが²⁾、二軸圧縮状態や曲げ引張状態における検証は例を見ない。そこで、実際の水路トンネル覆工コンクリート相当の二軸圧縮状態における応力解放法の適用妥当性を検証することを目的として、コンクリート試験体を用いた応力解放実験を行った。

2. 実験方法

応力解放実験に用いたコンクリート試験体の概要を図-1に示す。試験体の大きさは、幅 500mm、高さ 500mm とし、厚さは、中小規模の水路トンネル覆工コンクリート相当の 300mm とした。試験体の載荷は、水平方向は直径 25.5mm の PC 鋼棒の緊張により、また、鉛直方向は載荷試験機により実施した。試験体の配合は表-1に示すとおりであり、既設構造物における実績等を考慮して最大骨材径は 40mm とした。応力解放のための切り欠きは、直径 150mm のコアビットを用いた削孔により作成し、深さを測定しながら最大 200mm までとした。実験ケースを表-2に示す。二軸圧縮状態としては、水路トンネルで発生しうる状態として、等方応力(ケース1)および偏差応力(ケース2、水平応力/鉛直応力≒0.5)とした。また、本実験に先立ち、試験体養生中に表面より 10mm の箇所までひずみを測定したところ、50~100 μ 程度の収縮を示し、表面に乾燥収縮応力が発生していることが考えられたため、無載荷状態で削孔し乾燥収縮ひずみを把握することとした(ケース0)。

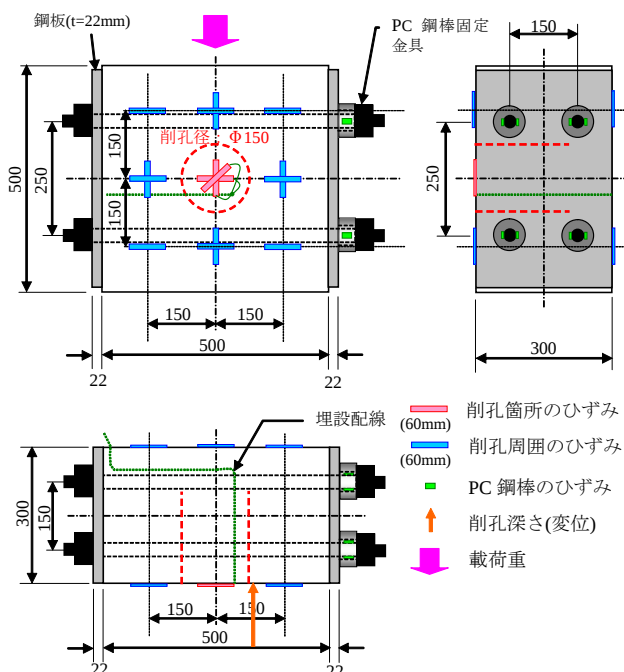


図-1 コンクリート試験体の概要

表-1 試験体のコンクリートの配合

呼び強度	24 N/mm ²
粗骨材の最大寸法	40 mm
スランプ	8.0cm
空気量	4.5 %
W/C	58 %
セメントの種類	普通ポルトランド
単位量	W=153kgf/m ³ C=266kgf/m ³
28 日強度	35.8 N/mm ²

表-2 実験ケース

(引張:正)

ケース	導入応力 (N/mm ²)		試験 時 材令	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
	水平	鉛直			
0 (無載荷)	0.0	0.0	32	33.4	0.181
1 (等方)	-3.8	-5.0	31	33.4	0.181
2 (偏差)	-4.1	-10.6	29	27.8	0.170

*弾性係数:試験体の超音波速度測定結果

*ポアソン比:テストピースの圧縮強度試験による測定結果

キーワード 応力測定, 応力解放法, 二軸圧縮状態, コンクリート, 水路トンネル

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3 東京電力(株)建設部 TEL 03-4216-4259

3. 実験結果

無荷状態での実験結果（ケース0）における，削孔深さと中央部分のひずみの関係を図-2に示す．ここでのひずみは，水平および鉛直方向ひずみの平均値を示している．この結果より，削孔深さが大きくなるに従って，収縮を表す負のひずみが発生していることが分かる．これは，試験体表面に発生していた引張の乾燥収縮応力の影響であると考えられるため，ケース1，2における荷重状態の解放時のひずみを求める際には，上記の関係をを用い補正を行うこととした．

図-3に，ケース1の削孔深さと中央部分のひずみの関係を示す．削孔深さゼロにおけるひずみは，試験体荷重前の状態をゼロとして，荷重過程を通して計測したひずみを表している．削孔深さ50mmの時点で，ひずみがほぼゼロとなっており，荷重時の弾性ひずみが解放されたことが分かる．50mm削孔の後，種々の計測のため，15分程度削孔を中断し，200mmまでの削孔を行ったが，その間，時間の経過とともにひずみが15 μ 程度引張側に進展する現象が見られた．50mmより深く削孔するとひずみが一旦圧縮方向に変化するが，深さ130mmで概ね一定となった．図-4には，各ケースの荷重時の弾性ひずみと削孔による解放ひずみを比較して示す．ここで，荷重時の弾性ひずみは，PC鋼棒の緊張による水平方向の荷重と，荷重試験機による鉛直方向の荷重段階で計測されたひずみの和として定義したものであり，荷重後から削孔直前の一定荷重のもとで増加した圧縮クリープひずみと考えられるひずみ（弾性ひずみの20%程度）は除外している．応力解放により得られたひずみは，荷重時の弾性ひずみと概ね一致しており，深さ50mmにおける誤差は8.5%であった．

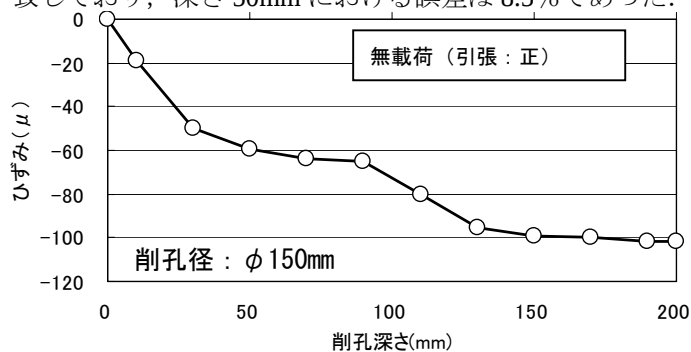


図-2 無荷状態の実験結果（ケース0）

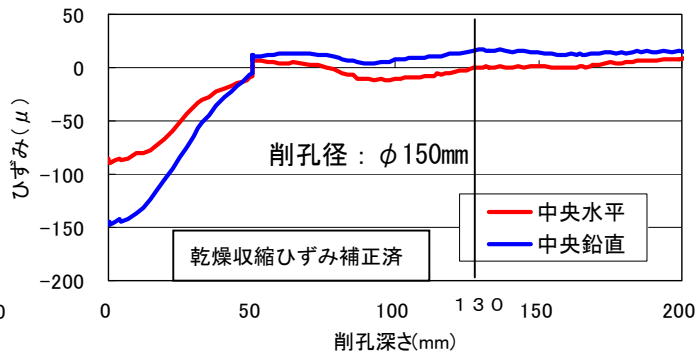
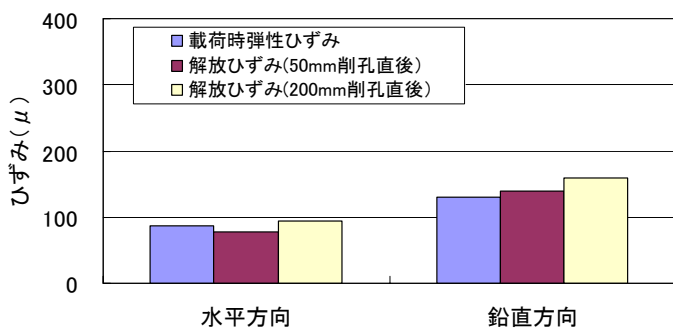
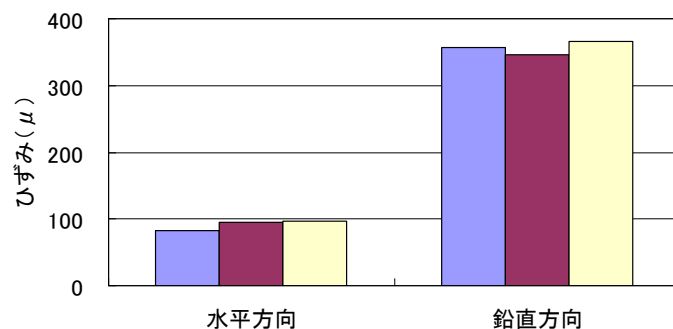


図-3 ケース1の削孔深さとひずみ



(a) ケース1（等方）



(b) ケース2（偏差）

図-4 荷重時の弾性ひずみと解放時のひずみ

4. まとめ

実際の構造物に近い二軸圧縮状態の試験体を対象に，応力解放実験を行った．その結果，削孔径 ϕ 150mm，削孔深さ50mmで，長さ60mmのひずみゲージを用いることにより，応力測定の基本データとなる解放ひずみを10%程度の誤差で計測できることが示唆された．ただし，乾燥収縮，クリープを考慮する必要がある，これらの現場での把握が今後の課題となる．

謝辞 本実験を行うにあたり，東洋大学工学部，新延康生教授にご助力をいただいた．ここに，記して謝意を表す．

参考文献

- 樋口嘉剛・神田亨・三木千壽：コンクリート部材中の応力推定法，土木学会論文集 V, Vol.585, V-38, pp.11-18, 1998.
- 伊東敏彦・久保田克寿・瀬下雄一・溜幸生：大型試験体を用いた応力解放法によるコンクリート応力評価に関する実験的検証，土木学会第61回年次学術講演会講演概要集 VI, pp.287-288, 2006.