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

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

1. はじめに

水力発電所の水路トンネルでは、地圧等によりはらみ出しなどの変状が発生している場合があり、水路の健 全度評価において、覆工の応力状態を把握することが重要となる. コンクリート構造物の応力状態を把握する 方法としては、コンクリートカッター等を用いた応力解放法があり、実験や数値解析による検討が多く行われ ている^{1)ほか}.本手法の水路トンネルへの適用にあたっては、水の影響や経年化により覆工表面が粗くなって いるなど、水路特有の条件もあり、事前に十分な検証が必要となることから、今回、大型試験体を用いて本手 法の基礎的な検証実験を実施した.以下、検討方法と主な結果について示す.

2. 応力解放試験方法

応力解放試験では、図-1に示すようにコンクリート表面にコアカッターを用いて切欠きを設け表面の応力 の解放を行い、応力解放前後の歪変化量からコンクリートに導入されている弾性歪を測定した.測定した歪変 化量にコンクリートの弾性係数とポアソン比を考慮して、平面応力状態を仮定してコンクリートの応力を評価 した.コンクリートカッターの掘削径はφ150mm、切欠きの削孔深さは50mmとした.歪の計測は、図-1に示 すように、ゲージ長 60mm の歪ゲージ(3方向)と、水の影響により歪ゲージの貼り付けが困難な場合を想定 して、標点間隔を100mmとしたコンタクトミクロンストレイン 載荷荷重:5250kN 単位:mm

ゲージ(3方向)により実施した.





3. 検証実験の概要

高さ 2250mm,幅 1500mm,奥行き 500mm のブロック状のコン クリート試験体を作製し、大型載荷試験機により載荷すること で、一定応力状態を再現した.ここで試験体の幅は、削孔径の 10 倍とし、厚さは実際の水路における覆エコンクリート厚さを もとに設定した.試験体のコンクリートは無筋とし、呼び強度 24N/mm²、粗骨材の最大寸法は 20mm とした.計測器は図-2に 示すとおり設置した.載荷は、鉛直断面に作用するコンクリート 応力が、コンクリートの弾性挙動範囲内である 7N/mm² となるよ



図-2 試験体への載荷状態と計測器配置

うに、載荷荷重として、鉛直方向に 5250 kN を試験体に加えた.載荷状態において、図-2に示す位置で削孔 を行い、削孔後の歪変化量を計測した.コンクリート応力を求めるための弾性係数(E=23.3kN/mm²)について

キーワード 水路トンネル,応力解放,覆工コンクリート,実験

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

は, 試験体の超音波速度測定により求めた. ポアソン 比(v=0.159)は,試験体に併せて作成した供試体(直径 100mm, 高さ 200mm)の圧縮載荷試験により求めた.

なお、コンクリート打設時に表面に歪計を設置し、 養生期間中の乾燥収縮歪を測定した結果、載荷時点に おいて、50 μ 程度の収縮が生じていたことを確認した.

4. 応力解放試験結果

載荷状態における試験体の理論弾性歪と,解放時の 計測による歪を歪ゲージとコンタクトゲージによる 計測結果を合わせて図-3に示す.試験体の理論弾性 歪は,載荷荷重が均等に試験体に作用するものとして, 弾性係数とポアソン比から平面応力状態を仮定して 算定したものである.試験体の各箇所に設置した歪ゲ ージの計測結果から,載荷時に試験体に発生した歪は 場所によりややばらつきが見られたが,理論弾性歪と 概ね一致していることを確認している.

また,解放時の計測による歪は,応力解放に伴う歪 変化量から乾燥収縮歪を除いたものである.

金ゲージによる計測結果は、理論弾性歪とよい対応 関係を示している.一方、コンタクトゲージによる計測結果は、理論弾性歪との差が大きくなっている.

図-4は、理論応力と歪ゲージによる計測結果から算定 した応力を比較したものである.鉛直方向での両者の誤差 は、10%程度の範囲内に収まっている.

図-5は、応力解放試験位置近傍で計測したコンクリート表面の歪変化量を削孔位置からの距離との関係で整理したものである.この図から、φ150mmの削孔を行った場合には、削孔縁端から500mmの範囲は削孔の影響を受けることがわかる.したがって、複数箇所で応力解放試験を実施する際には、試験箇所の離隔距離についても十分配慮する必要があるものと考えられる.

5. おわりに

大型試験体を用いて、応力解放試験の基礎的な検証実験を実施した結果、コンクリートに作用させた応力状態と 10%程度の誤差で整合しており、コンクリートの応力状態を評価する方法として有用であることを示す ことができた.

しかし、本手法は、コンクリート表面の乾燥収縮歪の影響を受けることや歪の計測方法により結果が異なる などの現場適用にむけた課題があることが明らかになった.今後は、これらの点について検討を行い、水路ト ンネルにおける覆工コンクリートの応力評価法を確立していきたいと考えている.

参考文献

1) 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 No. 585, pp. 11-18, 1998.2



図-5 削孔による影響範囲