

大規模地下空洞盤下げ掘削における緩め発破工法の適用について

九州電力㈱小丸川発電所建設所

市丸 義次

ハザマ 九州支店 小丸川作業所

○正会員 河邊 信之 正会員 西村 毅

1. はじめに

近年、石灰石鉱山、採石鉱山等のベンチ掘削においては、“打ち掛け発破”、“緩め発破”と称する発破工法が適用されてきている。従来の発破工法が起砕されたずりを積込み、除去され、発破自由面が解放された後、次のベンチ発破が行われるのに対して、緩め発破工法（以後、“緩め発破工法”に用語を統一する）の特徴としては発破したずりをそのまま存置して次の発破を行うことが挙げられる。この緩め発破工法の利点としては、飛石等の防止効果により保安上良好であること、および穿孔とずり積込み作業が並行して作業ができ、効率施工が可能であることが挙げられる。今回、この緩め発破工法を地下構造物である大規模地下空洞の盤下げ掘削に適用し、トンネル坑内における緩め発破工法の適用性について検討した。

2. 今回適用した緩め発破工法の概要

今回、緩め発破工法を適用した大規模地下空洞は、九州電力㈱が宮崎県児湯郡木城町で建設中の小丸川発電所新設工事（純揚水式発電所）のうち、30万kW×4基の発電機を設置する発電所本体空洞である。この発電所本体空洞は、地表面下約400mに位置し、掘削幅24m、高さ48.1mの弾頭型で、空洞延長は188m、掘削量約16万m³に及ぶ大規模地下空洞である。空洞周辺岩盤の地質は新第三紀中新世の木城花崗閃緑岩で、岩級区分としては概ねC_H級であり、部分的にC_M、C_L級が存在する。C_H級岩盤の基質は一軸圧縮強度170Mpa程度、節理間隔5～15cmかまたは15cm～50cmである。

この大規模地下空洞の断面図を図-1に示す。掘削順序としてアーチ部を中央導坑先進側壁拡幅工法で掘削完了した後、1ベンチ3mを基本とした盤下げ掘削を合計13回繰り返し、掘削した。このうち盤下げ掘削は、幅18mの中割部をベンチ掘削で行った後、側壁3m部分を水平発破にて切上げ掘削し、緩め発破としては盤下げ掘削の中割部に適用した。

今回の緩め発破工法の特徴を以下に示す。

- ①従来工法での発破孔間隔が1.3～1.5m穿孔であるのに対して、緩め発破工法としては1.5～2.0mピッチに拡大する。
- ②使用する爆薬としては、原単位での爆力の低いANFO爆薬を主体にして使用。
- ③従来工法はホイールローダのみの積込みであったが、緩め発破工法にすることにより大型ブレーカ+油圧ショベルによる二次破碎を行う。

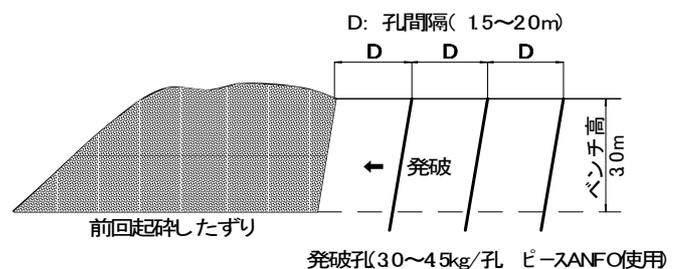


図-2 緩め発破概要図

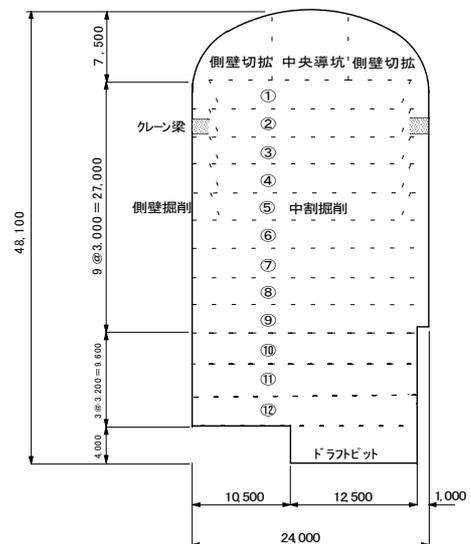


図-1 地下空洞断面図

キーワード: 大規模地下空洞, ベンチ掘削, 緩め発破

連絡先: 宮崎県児湯郡木城町大字石河内字惣田 ハザマ・熊谷組・飛島建設・鉄建建設共同企業体

TEL 0983-39-1185 FAX 0983-39-1186

3. 緩め発破工法の適用結果

緩め発破工法の適用にあたっては、掘削開始の1～3リフトにおいて試験施工を繰り返し、破碎効果、飛石の程度等を勘案して発破パターンを模索した。緩め発破を適用して得られた知見を以下に示す。

- ①発破後の切羽の状況は、1m程度隆起した程度(写真-1)で破碎効果は得られていた。従来の考え方のなかで自由面に対して発破を行うという概念が一般的であったが、特に自由面を解放せずとも発破効果を得ることが可能であることがわかった。
- ②飛石については、3リフト掘削後に掘削を中断して将来の天井クレーンの梁部分を構築しており、3リフト以下の盤下げ発破によるコンクリート構造物への損傷が懸念されたが、ほとんど発生しなかった。
- ③施工の効率性としては大型ブレイカによる二次破碎が必要になったものの、発破作業とその他の作業を並行して作業可能であったため、特に問題点は見受けられなかった。
- ④掘削に伴う変位の発生状況の一例を図-3に示す。図-3に示した地中変位の経時変化は、5リフト側壁に発電所本体空洞に並行に設けたトンネルより空洞掘削以前に設置した地中変位計の計測結果である。設置箇所は岩盤等級でC_H級に分類される良好な岩盤である。この結果によると、発破直後から支保完了までの総変位量4.3mmのうち、発破直後からずり処理開始までの変位量は約0.2mmである。すなわち、緩め発破を行うことにより発破から支保完了までのタイムラグが大きくなるものの、ずり処理が開始されるまでの変位量は総変位量のうち僅かであり、空洞の安定性について大きく影響を与えるものではなかった。

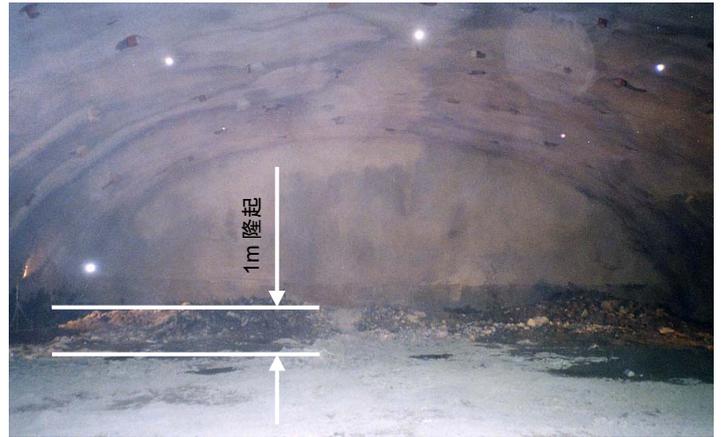


写真-1 緩め発破後の状況

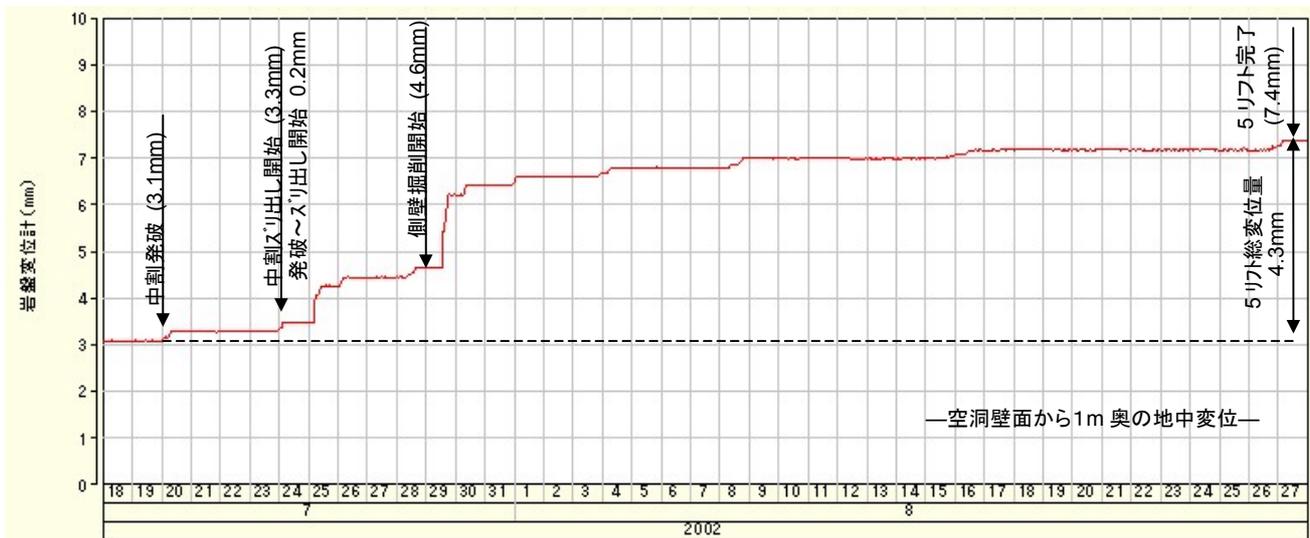


図-3 地下空洞における緩め発破後の地中変位計測結果

4. おわりに

今回は大規模地下空洞の盤下げ掘削に緩め発破工法を適用し、トンネル坑内においても飛石対策、および施工の効率性の面で有用性が認められた。また、掘削に伴う地下空洞の変位の発生状況としても、緩め発破工法を適用することによる問題点の発生は見受けられなかった。現在、第二東名神高速道路等の超大断面トンネルの建設が進むなか、超大断面トンネルにおける施工の効率化が求められている。今後、緩め発破工法の超大断面トンネル下半掘削への適用等、超大断面トンネルへの適用を図っていきたい。