



Extremely active squeezing rock conditions at shallow to moderate depth were encountered with the steel rib supports failing to withstand rock pressures

Terrain fortement poussant et extrêmement actif sur une profondeur faible à modérée nécessitant la mise en œuvre de cintres de soutènement métalliques pour faire face à la pression de la roche

Longueur totale: 7.100 m
Diamètre: 3,60 m (forme de fer à cheval)
Section excavée: 10 m²
Coût du gros œuvre: non connu
Durée des travaux: 1969–1977
Date de mise en service: 1978

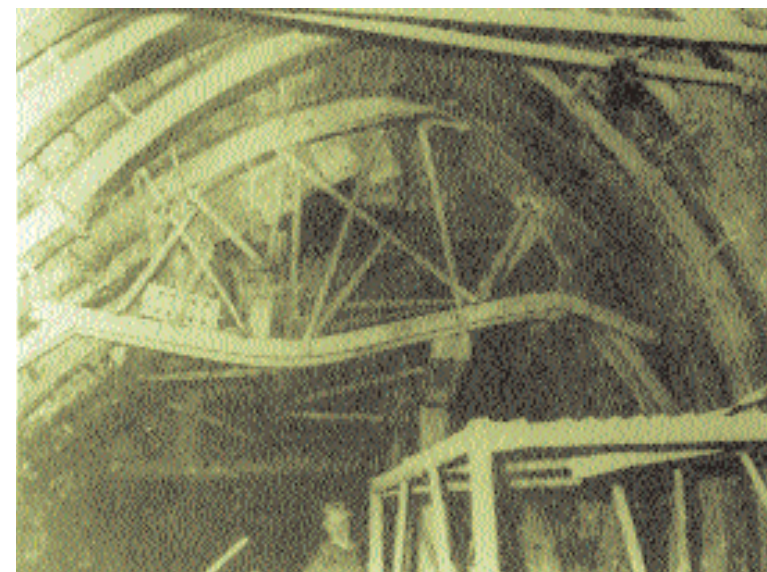
Le projet du tunnel de Giri Hydel était des plus intéressants en raison des contraintes imposées par le terrain fortement poussant d'une couche d'épaisseur faible à modérée. Dans le cadre de ce projet, une galerie en pression d'une longueur de 7.100 m et d'un diamètre fini de 3,6 m a été creusée dans la région du bas Himalaya à travers un sol de géologie complexe et présentant des activités tectoniques. La construction a fait appel à des méthodes conventionnelles et des cintres de soutènement métalliques.

Le terrain traversé est une formation de blocs de schiste modérément plastifié et de phyllite concassée fortement poussante. Les déplacements du sol ont été mesurés périodiquement à un certain nombre de points de contrôle, et des mesures détaillées ont été effectuées à plusieurs endroits. La constriction maximale mesurée était de 540 mm, c'est-à-dire de 15 % du diamètre fini du tunnel, la valeur la plus élevée mesurée en Inde jusqu'à présent. La constriction était

due à une poussée de la masse rocheuse. Ce comportement inattendu est unique en son genre sur des profondeurs faibles à modérées de 100 à 300 m.

Les cintres de soutènement métalliques de ce tunnel n'ont pas résisté à ces poussées élevées et ont donc subi des torsions et déformations considérables. Quoi qu'il en soit, il n'y avait pas lieu de craindre un effondrement imminent. Les pressions du sol ont diminué au fur et à mesure des déplacements des parois du tunnel. Les déplacements se sont stabilisés après une période de 100 à 300 jours, ce qui a montré que la roche se comportait conformément aux critères d'élasto-plasticité. On a également constaté que les limites de stabilisation de la zone brisée était de 4 à 15 fois le rayon du tunnel, une valeur nettement plus élevée que la limite théorique prévue de 3,5 à 4,5.

Sur la base des études réalisées, le CMRI (l'Institut Central de Recherches Minières), a recommandé les



mesures suivantes pour assurer le succès de l'opération:

1. augmentation de 200 mm à 500 mm du diamètre du tunnel en terrain poussant
2. installation de soutènements flexibles en terrain poussant lorsque les constriction dépassent 4 % de la section
3. mise en place des revêtements après une période d'attente de 120 jours en ter-

rain modérément poussant et de 200 jours en terrain fortement poussant

4. lorsque la constriction est inférieure à 400 mm, le remplacement des soutènements métalliques n'est pas nécessaire
5. un renforcement n'est pas recommandé lorsque la couverture rocheuse est suffisante pour absorber la pression interne de l'eau.



Name of Project/Nom du projet
Giri Hydel Tunnel

Location/Région
Himachal Pradesh, India

Tunnel Use/Destination du tunnel
Hydro-Electric Power Generation

Client/Maitre d'ouvrage
Govt. of Himachal Pradesh, India

Consulting Engineer/Planification et direction des travaux
Central Mining Research Institute

Contractor/Exécution
Departmental

Total Length: 7,100 m
Diameter: 3.60 m (Horse-shoe shaped)
Cross-Section: 10 m²
Rough Work Cost: N.A.
Construction Time: 1969 to 77
Opened: 1978

lower Himalayas. It was constructed using conventional methods and supported by steel ribs.

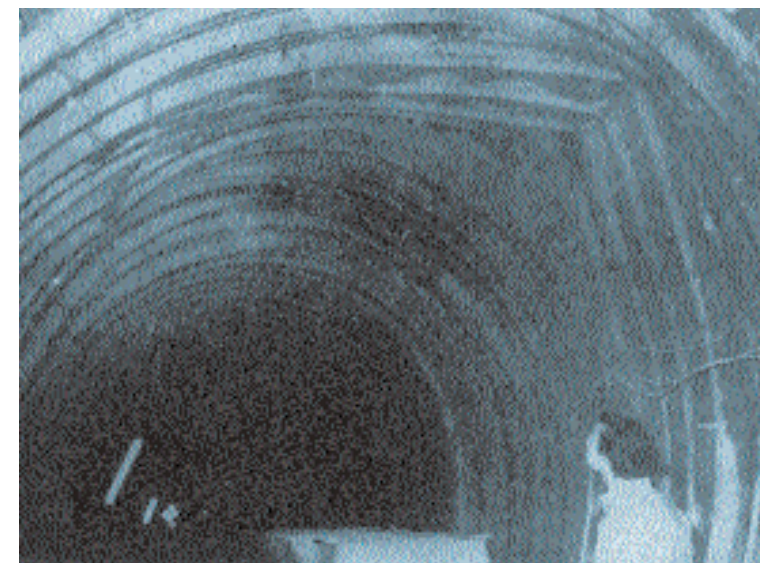
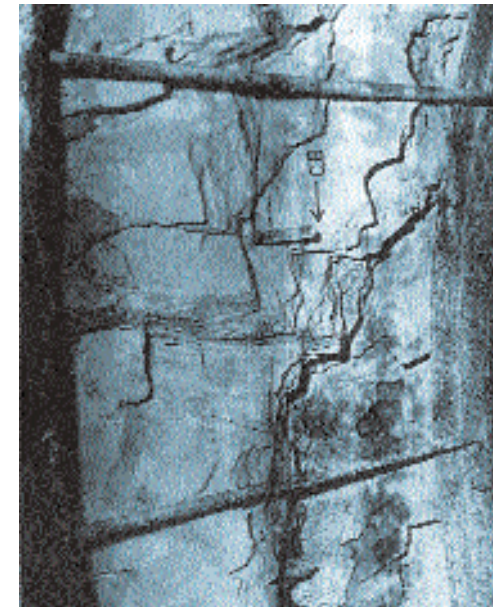
Rocks encountered were blocky slates with moderate squeezing behaviour and crushed phyllites with highly squeezing behaviour. The support displacements were measured at a number of places periodically. However, detailed instrumentation was performed at a few locations. The maximum observed closure was 540 mm i.e. 15 % of the finished tunnel diameter which is the highest in India to date. The closure was due to squeezing of rock mass. This unexpected squeezing behaviour in a small size opening at shallow to moderate depth of 100 to 300 m was a unique incident.

The steel rib supports in this tunnel failed to withstand ultimate rock pressures and consequently suffered severe twisting and buckling. However, there was no indication of an impending collapse. This situation was possibly due to the reduction of rock pressures with increasing tunnel-wall displacements. The dis-

placements were stabilised after a long period of 100 to 300 days which indicates that rocks followed the elasto-plastic criteria. It was also found that the limits of broken zone stabilisation were equivalent to 4 to 15 times the tunnel radius, which is much higher than the theoretical limit of 3.5 to 4.5.

On the basis of the study, the CMRI recommended the following suggestions for successful tunnelling.

1. Increase the tunnel diameter by 200 to 500 mm in squeezing rocks
2. Flexible supports are to be installed in squeezing ground conditions where the tunnel closure is more than 4 % of the opening size
3. Final lining to be installed after 120 days in moderate squeezing ground and after 200 days in highly squeezing ground
4. Where closure is not more than 400 mm, no replacement of steel supports is needed
5. No reinforcement is recommended where rock cover is sufficient to neutralise internal water pressure.



The Giri hydro-electric tunnel project was one of the most interesting projects because of highly squeezing rock conditions at shallow to moderate depth. In this

project a pressure tunnel of 7,100 m length with a finished diameter of 3.6 m was driven through a geologically complex and tectonically active region of the