

LE PREMIER TUNNEL ROUTIER SUR DEUX NIVEAUX POUR VÉHICULES LÉGERS EN RÉPUBLIQUE DE CORÉE

Hur IN (1), Directeur général et Kim SEOK-CHUL (2), Directeur, Division évaluation de la conception des projets, Korea Expressway Corporation (République de Corée)
Illustrations © Korea Expressway Corporation



En 2007, le coût des embouteillages pour la ville de Séoul et ses 11 millions d'habitants a été évalué à environ 7,64 milliards USD. Selon les prévisions, ce chiffre devrait connaître une progression annuelle de 5,88 % dans les années à venir. En conséquence, il est urgent de développer la capacité routière afin de résoudre ce problème. Cependant, il est très difficile de construire de nouvelles routes dans le centre-ville très dense en raison de l'augmentation rapide des coûts de construction, de la pollution de l'air et des nuisances sonores. D'autre part, la société exige un réseau de transport moins centré sur la voiture et plus respectueux des usagers et de l'environnement. Face à ce constat, il a été jugé nécessaire de construire une infrastructure

souterraine, réservée aux véhicules légers, qui permette d'augmenter la capacité des routes en surface, développer les espaces verts et améliorer la qualité de l'air au cœur de la ville.

CONTEXTE

Sur la West Arterial Road, une autoroute urbaine située au sud-ouest de Séoul, les engorgements sont quotidiens. Le trafic y est de 140 000 véh/j, ce qui représente 175 % de la capacité initiale de cet axe à quatre voies, et la vitesse moyenne de déplacement des véhicules n'y est que de 25 km/h (figures 1 et 2 page de droite). Cet axe à grande circulation ne remplit déjà plus son rôle et il est impossible d'envisager tous travaux d'élargissement en raison des conditions locales complexes.



Figure 1 – Vue d'ensemble du tracé du tunnel
Figure 2 (page de droite) – Accès à la gare de péage Geumcheon



KOREA'S FIRST UNDERGROUND DOUBLE DECKER ROAD FOR LIGHT VEHICLES

Hur IN (1), Managing Director, and Kim SEOK-CHUL (2), Director, Expressway Design Evaluation Division, Korea Expressway Corporation (Republic of Korea)
Illustrations © Korea Expressway Corporation

In 2007 traffic congestion in Seoul, with its population of 11 million people, was costing the economy approx. USD 7.64 billion. This figure is expected to increase by 5.88% per year in the future. Expansion of road capacity is very urgently needed to address this issue. However, it is difficult to construct roads in the overcrowded city center due to such problems as rapidly increased construction expenses, air pollution and noise problems. Also, the social demand to provide an eco-friendly public transportation system is replacing the existing car-focused traffic system of recent years. Accordingly, it is considered necessary to build tunnels for exclusive use of light vehicles as a way to increase road capacity, provide an expanded green tract of land and improve the air quality of the city.

the roads designed capacity (figures 1 and 2) with the average speed of moving vehicles below 25 km/h. Due to its increased usage the main function of the arterial road has been deprived and widening the road is impossible due to various surrounding conditions. In order to solve this problem, the West Arterial Road tunnel construction project was proposed to improve traffic conditions by separating traffic through the construction of an 'Underground Double Decker Road for Light Vehicles'.

INTRODUCTION OF THE PROJECT

This project is defined as a long underground road construction

project, the total length of the extension is 10.91 km and will connect the south end of Seongsan Bridge with the vicinity of Anyang-cheon Bridge. The road will be constructed as a four-lane road for exclusive use of light vehicles (figure 3 following page) with the total project budget estimated at 626 million USD (as at 31st July, 2007). The road will be managed through a BTO (Build-Transfer-Operate) scheme in which private companies invest the capital and transfer the ownership to the City of Seoul after construction. The private company recovers investment costs with a guaranteed 30 year toll collection fee. It is expected that construction will commence in early 2011 and will be completed in 2016.



Picture 1 (left page) - Overview of the tunnel project alignment
Picture 2 - End part of Geumcheon toll plaza

Pour apporter une solution à ce problème, le projet Tunnel Routier Ouest a été proposé afin d'améliorer efficacement les conditions de circulation, en séparant la circulation locale de la circulation de transit, grâce à la construction d'un tunnel routier sur deux niveaux pour véhicules légers sous la West Arterial Road.

PRÉSENTATION DU PROJET

Il s'agit d'un projet de tunnel d'une longueur totale de 10,91 km qui reliera l'extrémité sud du pont Seongsan aux abords du pont Anyang-cheon. Ce sera un ouvrage à quatre voies de circulation, réservé aux véhicules légers (figure 3). D'un budget total de 626 millions USD (en valeur constante au 31 juillet 2007), cette infrastructure sera gérée selon le modèle BTO (construction, transfert et exploitation), dans lequel des sociétés privées sont les investisseurs du projet, qui en transfèrent ensuite la maîtrise d'ouvrage à la Ville de Séoul après l'achèvement de la construction, et qui récupèrent leurs investissements par le versement des péages sur une période de trente ans. Les travaux de construction commenceront au début de 2011, pour se terminer en 2016.

La vitesse maximale prévue a été fixée à 80 km/h. La largeur des voies de circulation est de 3,25 m et la hauteur libre est de 3 m. La largeur de la bande d'arrêt d'urgence est de 2 m sur toute la longueur du tunnel afin de faciliter le passage des véhicules de secours et des véhicules accidentés.

Le projet comprend 9,31 km de tunnel sur deux niveaux, 1,14 km de tunnel en tranchée couverte en béton et 4 puits verticaux de ventilation utilisés comme équipements annexes. Une gare de péage de 8 voies, dont 4 à péage électronique, sera construite en souterrain à la sortie du tunnel, étant donné les difficultés à trouver les terrains nécessaires en surface (figure 2).

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Un tunnel sur deux niveaux

La méthode de percement par tunnelier à bouclier a été utilisée pour des projets comparables à travers le monde, tels que l'A86 en France, le tunnel Fuxing en Chine et le tunnel SMART en Malaisie. Cette méthode du tunnelier (à front ouvert, à bouclier) a été étudiée pour ce projet en même temps que la nouvelle méthode autrichienne (NATM) qui a été finalement retenue sur la base d'expériences d'autres projets construits en République de Corée avec cette technique, son excellente adaptation



Figure 3 – Tunnel à grande profondeur à deux niveaux



Picture 3 - Deep double deck tunnel

The design speed of this underground road was established at 80 km/hr. The proposed road has a width of 3.25 metres per lane and a clearance depth of 3.0 metres. The width of the emergency lane is planned as 2.0 metres for the convenient evacuation of accident vehicles and the use by emergency vehicles. The emergency lane will extend for the full length of the proposed road.

The major proposed structures for the project include 9.31 kilometres of tunnel with a double decker road and 1.14 kilometres of a concrete cut-and-cover section. There will also be four vertical shafts for ventilation which are considered as subsidiary facilities of the tunnel. A toll plaza with eight lanes, including four ETCS (Electronic Toll Collection System) lanes, will be built underground at the end of the route due to difficulties in securing a site for the toll plaza at ground level (figure 2 previous page).

MAJOR CHARACTERISTICS OF THE PROJECT

Double Decker Tunnel

A shield TBM (Tunnel Boring Machine) is being used as the tunnel excavation method as has been used for other similar projects including the A86 in France, the Fuxing Tunnel in China and the SMART Tunnel in Malaysia. The project team also investigated the suitability of TBM (open, shield) for the project however the NATM (New Austrian Tunneling Method) was finally adopted because of its sufficient domestic construction experiences, excellent adaptability to various rock conditions, and economic feasibility. In addition if the NATM is applied in excavating the tunnel, vertical ventilation equipments can be used so that construction period is reduced.

à plusieurs types de roches et sa faisabilité économique. En appliquant la technique de percement NATM, on peut utiliser un dispositif vertical de ventilation, ce qui réduit le délai de construction.

En ce qui concerne le profil en travers du tunnel, le choix s'est porté sur une seule galerie à deux niveaux. L'ouvrage sera construit à 60 m des zones habitées et à une profondeur de 70 m sous le fleuve Anyang-cheon, afin de minimiser l'effet des vibrations provoquées par le percement du tunnel et les plaintes reçues de la part des propriétaires de terrains privés situés au-dessus du tunnel (figure 3 page précédente).

Ventilation

La capacité de ventilation nécessaire pour chacun des niveaux du tunnel a été estimée à environ 290 m³/s, étant donné le niveau d'émissions des véhicules et les caractéristiques du tunnel réservé exclusivement aux véhicules légers. En outre, le résultat de l'analyse de prévision de volume de circulation montre que le niveau de service pour l'année cible correspond à un tunnel de catégorie C, c'est-à-dire avec une circulation fluide. Par conséquent, la ventilation longitudinale, qui repose sur la ventilation naturelle générée par l'effet piston des véhicules, a été considérée comme avantageuse sur le plan de la construction et des coûts d'exploitation. Cependant, dans la section urbaine du tunnel où il y a une forte probabilité d'engorgement, la ventilation transversale est plus adaptée que la ventilation longitudinale, en particulier pour les opérations de désenfumage en cas d'incendie. Pour ces deux raisons, un système de ventilation mixte a donc été retenu, qui comprend six accélérateurs placés à l'entrée du tunnel et 4 tours de ventilation.

Éclairage du tunnel et sécurité des automobilistes

Afin de réduire l'effet psychologique de la conduite en tunnel à faible hauteur de plafond et afin de minimiser le risque d'accident, les concepteurs du tunnel ont défini quatre sections spécifiques du tunnel pour lesquelles ils ont conçu un système d'éclairage spécifique à l'aide de simulateurs de conduite. Dans la section en pente descendante, des éclairages en arc de type LED sont prévus afin de réduire l'impression de confinement tandis que vers le milieu du tunnel, là où l'attention des automobilistes aurait tendance à diminuer, un éclairage plus décoratif a été prévu.

D'autre part, un système d'éclairage indirect sera installé pour rendre les parois plus claires que la chaussée, ce qui donnera



4a

aux conducteurs l'impression d'un espace plus vaste que dans la réalité. Le niveau d'éclairage a été fixé à 104 lux, ce qui correspond à 1,73 fois le niveau de 60 lux recommandé par les normes d'éclairage en vigueur pour les tunnels en Corée (figures 4a et 4b).

CONCLUSION

Ces dernières années en Corée, des efforts de grande ampleur ont été menés afin de résoudre les problèmes de congestion dans les grandes villes, grâce à des infrastructures souterraines qui libèrent de l'espace en surface, au bénéfice des citoyens qui peuvent bénéficier d'équipements de transport plus écologiques comprenant des espaces verts et des pistes cyclables. En août 2009, la ville de Séoul a annoncé un programme de construction d'un réseau maillé de tunnels routiers totalisant 149 km (projet « U-Smartway »). Des consultations publiques ont lieu actuellement afin de déterminer la manière la plus efficace de réaliser ce projet.

A bien des égards, ce projet de tunnel sur deux niveaux revêt une importance particulière pour la Corée car il s'agit du premier projet routier réservé exclusivement aux véhicules légers, ce qui ouvre la perspective de politiques nouvelles, plus respectueuses de l'environnement. La sécurité des usagers du tunnel assurée grâce à des technologies avancées et la construction d'infrastructures souterraines respectueuse de l'environnement illustrent la nouvelle stratégie de la Corée : réduire les émissions carbone et garantir une croissance verte.#

Figures 4a & 4b - Ambiance lumineuse du tunnel

As for the tunnel cross section, a single tunnel with a double-deck is planned. The underground road will be built 60 metres from a residential area and at a depth of 70 m under the riverside of Anyang-cheon. This will minimize the effect of vibration due to tunnel excavation and endeavor to manage civil complaints due to passing under private lands (figure 3 previous page).

Required ventilation capacity of each direction of this underground road is calculated as approximately 290 m³/s. This is due to the restricted use of the road to light vehicles. In addition, the analysis of projected traffic volume indicates that the LOS (Level of Service) in the target year is defined as 'C', that is, normal traffic flow conditions will occur.

A longitudinal ventilation method was considered as this method would sufficiently utilize natural ventilation caused by the piston effect of vehicles. This method was considered advantageous in terms of construction and operation costs. However, in the urban section of the tunnel where there is the possibility of traffic congestion, transverse ventilation is more advantageous than longitudinal ventilation in terms of smoke control in case of fire. Due to these factors a combined ventilation system is being installed, this will include a total of six jet fans installed at the entrance of the tunnels and four ventilation buildings.

Tunnel lighting in consideration of driving safety

In order to relieve the psychological pressures of drivers using this underground road and to minimize traffic accidents, the tunnel designer defined four specialized sections in the tunnel and established plans for

Pictures 4a & 4b - Different types of lighting used in the tunnel



4b

specialized tunnel lighting through the use of driving simulators. Arch type LEDs (light-emitting-diode) are planned at the downward slope section of the tunnel to mitigate a closed space feeling, while in the middle of the tunnel where drivers' attention would tend to wane, decorative lighting will be used.

In addition, wall-reflected indirect lighting system will be mounted. This system makes the wall surface appear brighter than the car lanes, so that drivers perceive the space is wider than it actually is. Secondly, 104 lux of illumination will be applied, which is 1.73 times brighter than the recommended level of illumination stipulated in the Tunnel Illumination Criteria of Korean Standards (figures 4a and 4b).

CONCLUDING REMARKS

Recently in Korea, a lot of effort has been focused on solving the traffic problems of city centers through the

construction of underground roads. These underground roads allow the ground road space to be reallocated to more human-focused and eco-friendly public transportation spaces such as green spaces and bicycle lanes. In August 2009, the City of Seoul announced a plan to construct a six-lane 149 km underground road (U-Smartway). This road network would include a three by three lattice-crossing Seoul in all directions (Include image). Consultation is currently occurring to determine how to efficiently construct this ambitious project.

In this respect, the outlined double decker road project is significant as it is Korea's first road exclusively for light vehicles which could be a catalyst for further eco-friendly and future-oriented road policies. By securing driver safety through the use of technology and the construction of eco-friendly underground roads, the role of pioneering an underground road system which leads to low-carbon, green growth (Korea's New Strategy) is expected.#