

Budowa najdłuższego tunelu drogowego w Japonii



DAMIAN BĘBEN

Politechnika Opolska
d.beben@po.opole.pl



WOJCIECH ANIGACZ

Politechnika Opolska
w.anigacz@po.opole.pl

Autorzy aktywnie uczestniczyli w IV Międzynarodowym Sympozjum „Life-Cycle Civil Engineering”, które odbyło się 16–19 listopada 2014 r. w Tokio. Głównymi organizatorami byli: Uniwersytet Waseda w Tokio i *International Association for Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE)*.

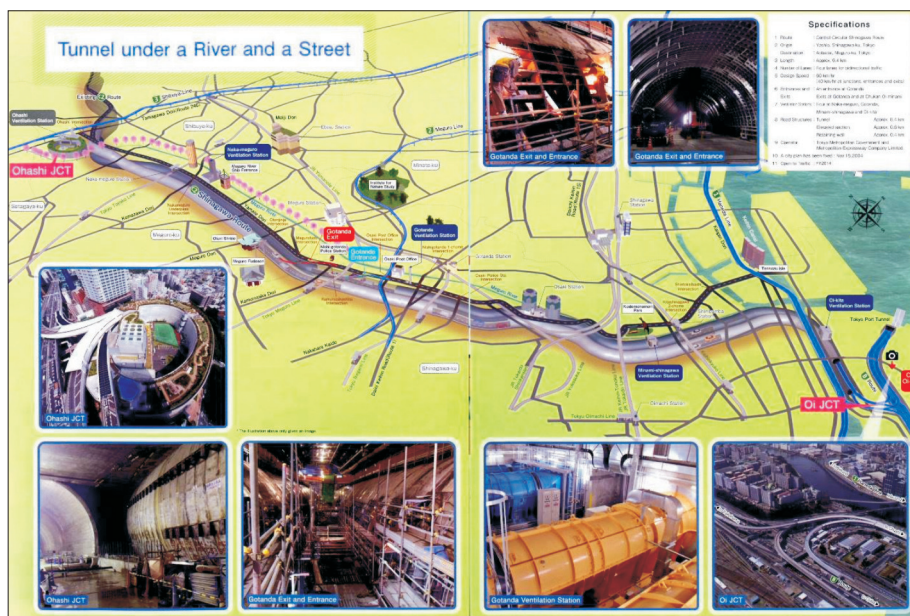
Dla uczestników przewidziano wybieżkę techniczną na budowę trasy Shinagawa Route (rys. 1), będącej częścią obwodnicy centralnej Tokio (Central Circular Route, Shuto Expressway o długości 47 km) [1]. Długość trasy Shinagawa Route to 9,4 km, przy czym tunel drogowy stanowi 8,4 km trasy. Przebieg tunelu zilustrowano na rys. 2. Tunel ten będzie przedłużeniem istniejącego już Yamate Tunnel, a łączna długość całego tunelu będzie wynosić 18 km, co będzie stanowiło najdłuższy tunel drogowy w Japonii i drugi w świecie po Lærdal Tunnel (24,5 km) w Norwegii.

W środkowej części tunel składa się z dwóch nitek (po jednej w każdym kierunku – rys. 3b), a na końcach w strefach łącznikowych z czterech nitek (2 tuneli głównych i 2 łącznikowych – rys. 3a). Średnica tuneli głównych (rys. 4) wynosi 12,3 m, a łącznikowych 9,7 m. W każdym z tuneli znajdują się po dwa pasy ruchu. Odległość między tunelami głównymi wynosi około 3 m. Grubość żelbetonowych obudów tuneli wynosi 0,40 m, a grubość płyty drogowej 0,31 m. W celu zabezpieczenia przed pożarem beton na obudowy tunelu specjalnie zaprojektowano z dodatkiem włókien polipropylenowych i pustek powietrznych.

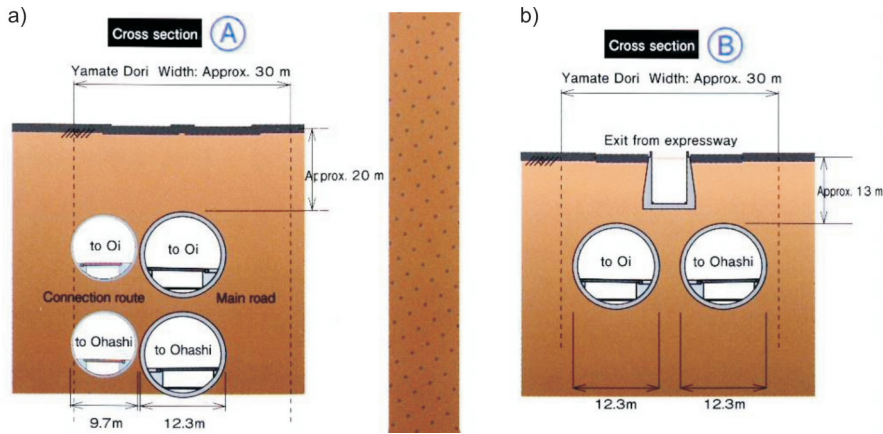
Tunele będą na różnych głębokościach, przy czym największa to 55 m poniżej poziomu terenu. Część tunelu będzie również pod rzeką Meguro. Odcinek tuneli głównych o długości 8 km wykonano równocześnie za pomocą dwóch maszyn drążących EPB (*Earth Pressure Balance*) o średnicy 13,6 m, długości 14,22 m, sile 155.000 kN i masie 2000 ton, co znacząco zredukowało koszty inwestycji i emisję CO₂. Natomiast wjazdy i wyjazdy z tuneli wykona-



Rys. 1. Plan przebiegu tras drogowych w centrum Tokio (linia czerwona oznacza trasę Shinagawa Route)



Rys. 2. Przebieg trasy tunelu

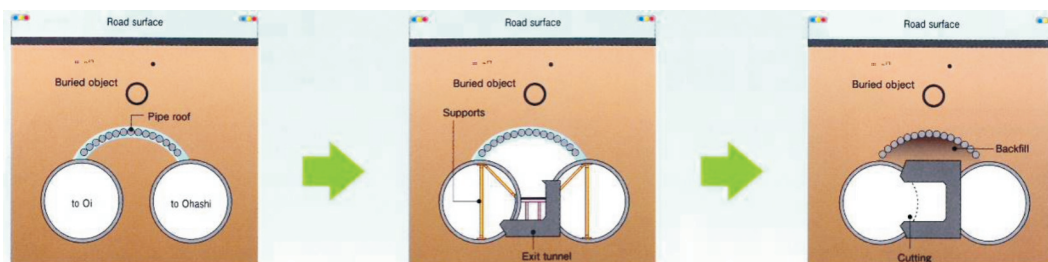


Rys. 3. Przekroje poprzeczne tuneli w strefie: a) łącznikowej i b) środkowej



Rys. 4. Widok na główny tunel drogowy położony na trasie Shinagawa Route w Tokio

no głównie metodą odkrywkową, co wymagało zamknięcia kilku dróg na powierzchni. W celu zminimalizowania wpływów z budowy tunelu na istniejącą infrastrukturę podziemną i na ruch odbywający się na powierzchni na jednym z wyjazdów, tunel wykonano z wykorzystaniem metody *Pipe Roofing*. Do tego celu wykorzystano 15 stalowych rur, które osadzono w gruncie tworząc sklepienie, następnie grunt pod sklepieniem usunięto i w jego miejscu wykonano sekcje tunelu. Przestrzeń między sklepieniem rurowym a powstałymi



Rys. 5. Proces budowy tuneli z wykorzystaniem metody *Pipe Roofing*

tunami wypełniono zasypką i zagęszczono. Procedurę wykonania tunelu z wykorzystaniem metody *Pipe Roofing* przedstawiono na rys. 5.

W części środkowej tunelu, gdzie obie nitki biegną równolegle, grunt między tunelami wzmocniono cementem. Dodatkowo wykonano połączenia obu tuneli w celu ewakuacji sąsiedniego tunelu w przypadku zagrożenia, np. pożaru. Takich połączeń wykonano 26 w odstępach nie większych niż 250 m. Natomiast na odcinkach tunelu, gdzie nitki tuneli nie biegną równolegle, przewidziano wykonanie ogniochronnych przejść, którymi na wypadek pożaru można dojść bezpośrednio na powierzchnię terenu.

Ze względu na to, że Japonia położona jest na terenie silnie sejsmicznym, konstrukcja tunelu musiała spełniać bardzo restrykcyjne wymagania. W tunelu wykonano specjalnie zaprojektowaną nawierzchnię, która podczas pożaru nie emituje substancji trujących. W standardowym wyposażeniu tunelu ze względu na bezpieczeństwo są również: zraszacze wodne co 50 m, telefon co 100 m, wyjście bezpieczeństwa co 250 m, kamery co 100 m, hydrant przeciwpożarowy co 50 m, przycisk SOS co 50 m. Długość tunelu wymusiła zastosowanie specjalnego systemu wentylacji wyposażonego w cztery stacje wentylacyjne, w których prócz dostarczania świeżego powietrza, będzie dochodzić do częściowej neutralizacji spalin samochodowych przez mieszanie ich z powietrzem dostarczanym z zewnątrz. Dodatkowo każda ze stacji jest wyposażona w elektrofiltry (usuwiają min. 80% substancji zawieszonych) i urządzenia do odazotowania (usuwiają min. 90% dwutlenku azotu).

Do głównych trudności podczas budowy tunelu zaliczono: (a) wysoki poziom i ciśnienie wody gruntowej (większe od 0,4 MPa), (b) długość tunelu i duży przekrój poprzeczny (konieczność dobrej logistyki), (c) możliwość osiadania gruntu i obniżenie wody gruntowej, (d) istniejąca infrastruktura naziemna (także fundamenty innych obiektów, np. wysokich budynków, mostów i wiaduktów) oraz podziemna (kilka linii metra, tunele technologiczne, instalacje).

Projektowana prędkość ruchu pojazdów w tunelu to 60 km/h (na wjazdach i wyjazdach z tunelu prędkość zredukowano do 40 km/h), a przewidywane natężenie ruchu to 70 tys. pojazdów dziennie. Budowa tunelu rozpoczęła się w 2006 r., a zakończenie prac przewidziano w lutym 2015 r. Całkowity koszt budowy tunelu wyniesie 364,2 mld JPY.

Budowany tunel, będący częścią Shinagawa Route, skróci o 20 minut czas przejazdu do portu lotniczego Haneda z dzielnicy Shinjuku oraz znacząco odciąży centrum Tokio.

Bibliografia

- [1] Materiały firmy Metropolitan Expressway Company Limited, Tokyo, Japan.