



ZOHLEDN NÍ DLOUHODOBÉ ÚNOSNOSTI PRIMÁRNÍHO OST NÍ A JEHO SPOLUP SOBENÍ SE SEKUNDÁRNÍM OST NÍM U KONVEN N RAŽENÝCH TUNEL

Zpracovali: Ing. Libor Ma ík (HOCHTIEF CZ a. s.)

Souhrn

Základní principy NRTM popsané jejím zakladatelem Ladislausem von Rabzeviczem uvažují s horninovým masivem jako se základním nosným systémem raženého tunelu. Primární ost ní je tvo eno nosným horninovým prstencem (zpravidla vyztuženým pomocí systémového kotvení) a st íkaným betonem na líci výrubu, který vyztužuje jeho okraje a zajiš uje integritu nosného horninového prstence v okolí výrubu. Primární ost ní jako systém „ost ní – hornina“ definuje i norma SN 737501. Sou asná praxe v R p edpokládá, že v pr b hu životnosti tunelu dojde k úplné degradaci st íkaného betonu primárního ost ní a veškeré zatížení p evezme sekundární ost ní. Cílem práce je pr kaz dlouhodobé životnosti primárního ost ní po dobu p edpokládané životnosti tunelu (100 let), stanovení podmínek, p í spln ní kterých lze primární ost ní v celkové únosnosti systému zohlednit a tak vytvo ení možnosti dosažení ekonomických úspor a ekologicky šetrného návrhu tunelových ost ní.

Oblast použití

Výsledky lze uplatnit zejména v oblasti zpracování projektové dokumentace konven n ražených úsek tunel s dvoupláš ovým ost ním, jejichž sou ástí je obecný návrh a dimenzování tunelového ost ní. Dosažené výsledky se dále promítají i do sféry dodavatelské a investorské, nebo snížením tlouš ky sekundárního ost ní, nebo snížením jeho stupn vyztužení až na úrove nevyztuženého ost ní, dochází ke snížení investičních náklad , rizik spojených s provád ním a následnou údržbou již provozovaných tunel . Již dosažené dí í výsledky umožnily p í revizi Technických kvalitativních podmínek . 24 Tunely vydaných odborem infrastruktury MD R zohlednit dlouhodobou nosnou funkci primárního ost ní a jeho p ísp vek do celkové únosnosti systému „primární-sekundární“ ost ní s uvažováním vzájemného spolup sobení.

Zásadní zm nou p ístupu k návrhu tunelových ost ní se otevírají možnosti dalšího výzkumu a ov ování p edpoklad statických výpo t primárního a sekundárního ost ní v praxi, zejména s ohledem na ov ování asov závislých parametr použitých materiál a jejich použití v matematických modelech. Metody pro ov ování t chto parametr by bylo vhodné doplnit do platných p epis pro návrh a provád ní geotechnického monitoringu. Ten by m l být zam en nejen na sledování geotechnických parametr v pr b hu výstavby, ale v reprezentativních m íckých profilech i na dlouhodobý monitoring tunel po jejich uvedení do provozu. Pro použití v praxi je nutné dosažené výsledky uplatnit v platných p edpisech závazných pro projektování a provád ní zejména dopravních tunel .

Metodika a postup ešení

P í návrhu tunelového ost ní je nutno v první ad vyhodnotit výsledky IG pr zkumu s ohledem na agresivitu horninového prost edí a jeho vlivu na materiál stavebních prvk primárního i sekundárního ost ní (systémové kotvení, výztužné síť a rámy primárního ost ní, st íkaný beton). Pro stanovení korozních ú ink výztužných ocelových prvk i stanovení degradace st íkaného betonu jsou použity v projektu uvedené postupy. V p ípad , že je možné prokázat jeho zbytkovou únosnost na konci životnosti tunelu, je možné uvažovat s jeho spolup sobením se sekundárním ost ním tunelu. Výpo ty jsou provád ny na matematických modelech MKP s modelováním primárního i sekundárního ost ní, p í emž sou ástí primárního ost ní je i nosný horninový prsteneček v okolí výrubu. P í modelování kontaktu mezi primárním a sekundárním ost ním dochází k n kolika možným stav m. V p ípad tunel izolovaných pomocí hydroizola ní fólie jsou ob ost ní touto fólií áste n , nebo zcela separována. Stejn tak je tomu v p ípad použití sekundárního ost ní z vodostavebného betonu, kdy je mezi primární a sekundární ost ní zpravidla vložena separa ní fólie

zabraující p enosu nežádoucího tangenciálního napětí z primárního do sekundárního ostění. Jinou situací je použití stříkané izolací fólie, kdy je p enos napětí odlišný. V průběhu roku 2016 se práce zaměřila především na matematické modelování kontaktu mezi primárním a sekundárním ostěním.

Výsledky

Na základě výsledků grantu bylo na žádost státního investora SD R vypracováno „**Stanovisko ve věci návrhu možných úspor při řešení ostění tunelů ražených NRTM**“ s doporučením že „*Primární ostění by mělo být vnímáno jako systém „ostění-hornina“ a měly by být posuzovány všechny prvky přispívající k únosnosti tohoto systému, nejen vrstva stříkaného betonu. Výjimkou je pouze stav, kdy primární ostění přenáší veškerá zatížení a masiv nemá nosnou funkci. Pro projektování by měla být obecně stanovena pravidla, což je v případě zohlednění nosné funkce primárního ostění třeba prokázat a jak systém navrhnout, aby bylo možné s dvouplášťovým ostěním trvale počítat, aby byl návrh ekonomicky zajímavý a dvouplášťový systém ostění byl plněn po dobu životnosti svou funkcí*“.

Po zavedení možnosti zohlednit spolupůsobení primárního a sekundárního ostění do revidovaného předpisu TKP-D7 pro projektování tunelů je snahou definovat podmínky pro provádění tunelů se spolupůsobením primárního s sekundárním ostěním do předpisu TKP24 pro realizaci stavby. Na základě spolupráce s rakouskou Montanuniversität Leoben (prof. Robert Galler) byly konzultovány výsledky rozsáhlého výzkumu prováděného pro firmu ASFINAG na již provozovaných dálničních tunelech, kdy je možné při ražbě druhých tunelových trub získat z průřezu tunelových propojek s první tunelovou troubou odebrat vzorky primárního ostění stáří 30 – 35 let. Prof. Galler byl

pozdán na konferenci Betonácké dny 2016, kde předložil výsledky studie i rozsahem prováděných měření napjatosti sekundárního ostění provozovaných tunelů. Výsledky studie potvrzují představy o chování primárního ostění tunelů v reálném prostředí a umožňují provádět ladění matematických modelů na toto reálné chování.

Závěr

V průběhu roku byly stanoveny algoritmy pro výpočet korozních úbytků materiálu primárního ostění s cílem stanovení jeho kvality a únosnosti na konci životnosti. Byly vytvořeny matematické modely MKP pro možné varianty kontaktu primárního a sekundárního ostění. Pro SD R bylo vypracováno stanovisko k možnostem dimenzování tunelových ostění ve smyslu možného spolupůsobení obou ostění a dosažení úspor při projektování a výstavbě nových plánovaných tunelů na dálnici D3 a rychlostní komunikaci D35.

Literatura

- [1] LORENZ, S.; GALLER, R. Untersuchungen zur mechanischen Beständigkeit von Tunneldichtungsbahnen im Verbund mit Spritzbeton in Tunnelschalen. *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 2015, (11),
- [2] Dimensioning of Tunnel Linnings Based on the Results of Flat Jack Test, sborník konference Betonácké dny, Litomyšl 2016
- [3] TUCHYIA, Y., KURAKAWA, T., MATSUNAGA, T., KUDO, T. Research on the long term behaviour and evaluation of lining concrete of the Seikan tunnel. *Soils and foundations*, 2009, vol. 6/49, p. 969–980