



SPŘAŽENÉ PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ

Zpracoval: Ing. Libor Mařík (IKP Consulting Engineers, s.r.o.)

Souhrn

Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM) patří v České republice vzhledem k reliéfu území a s tím spojené délce tunelů k nejvíce zastoupené. Ostění tunelů ražených touto metodou je dvouplášťové. Primární (dočasné) ostění tvoří stříkaný beton vyztužený sítěmi a příhradovými ramenaty, případně drátkobeton. Sekundární (trvalé) ostění je prováděno jako monolitické ze železobetonu nebo prostého betonu. První tunely se touto metodou u nás začaly razit v devadesátých letech minulého století a primární ostění bylo vždy považováno za dočasnou konstrukci, která sama nebo společně s prokotveným horninovým prstencem v okolí výrubu zajišťuje stabilitu výrubu pouze po dobu výstavby. Po vybetonování definitivního ostění přechází veškeré zatížení na toto ostění a primární ostění není do celkové únosnosti započítáno.

Hlavní myšlenkou úkolu je průkaz únosnosti primárního ostění a jeho statického spolupůsobení se sekundárním ostěním po celou dobu životnosti tunelu, což je u silničních i železničních tunelů 100 let. Životnost primárního ostění úzce souvisí s agresivitou prostředí a jeho schopností negativním vlivům prostředí vzdorovat. V případě započtení statické funkce primárního ostění může v závislosti na jeho zbytkové únosnosti dojít k úsporám při dimenzování sekundárního ostění, nebo případně i na objemu výrubu.

Oblast použití

Výsledky získané v průběhu prací na zadaném úkolu lze obecně využít u všech konvenčně ražených podzemních děl s dvouplášťovým ostěním. Kromě nejvíce používané NRTM lze výsledky uplatnit i např. při ražbě tunelů pomocí metody obvodového vrubu, metody ADECO-RS i u tunelů ražených pomocí štítů se zajištěním stability výrubu stříkaným betonem (kontinuální ražba). Maximálních úspor bude možné dosáhnout v případě tunelů ražených

pod zástavbou, nebo obecně pod objekty citlivými na poklesy nadloží v prostředí s nízkou agresivitou. Vzhledem k tomu, že v tomto případě zajišťuje primární ostění funkci nejen z hlediska únosnosti, ale i s ohledem na omezení deformací v nadloží tunelu, je navrhováno ve větších tloušťkách, aby byla zajištěna dostatečná tuhost konstrukce.

Metodika a postup řešení

Předmětem činnosti bylo vypracování rešeršní studie s problematikou degradace betonu v prostředí s různými typy agresivity prostředí a statickým působením primárního ostění. Dále byly zjišťovány informace o možnostech matematického modelování kontaktu mezi primárním a sekundárním ostěním a primárním ostěním a horninou. V případě okrajových podmínek na kontaktu mezi primárním a sekundárním ostěním patří k nejčastěji používanému technickému řešení vložení mezilehlé fóliové izolace. Z hlediska lepšího spolupůsobení obou ostění je výhodnější použití mezilehlé stříkané izolace. Posledním způsobem spojení obou ostění je betonáž sekundárního ostění z betonu odolného proti průsakům přímo na líc primárního ostění. V současném stavu, kdy se primární ostění do výpočtu únosnosti dvouplášťového ostění nezapočítává, se mezi obě ostění vkládá separační PE fólie, která obě vrstvy ostění od sebe oddělí a umožňuje ve statických výpočtech uvažovat pouze s radiální složkou zatížení ostění horninovým tlakem. Vzhledem k tomu, že se ostění silničních i železničních tunelů tvarově blíží kruhu, je zatížení pouze radiální složkou napětí ze statického hlediska příznivé. V případě, že by se statická funkce primárního ostění do výpočtu započítala, již není oddělení obou vrstev tak jednoznačně výhodné a obě ostění by mohla být betonována bez separační fólie.

Řešení problematiky agresivity prostředí se zaměřilo v první fázi na agresivitu prostředí s obsahem chloridů. Podle známého algoritmu je možné

odvodit vlastnosti primárního ostění ze stříkaného betonu ve stáří 100 let. Obdobným způsobem se v dalším výzkumu budeme zabývat i síranovou agresivitou a agresivitou vod se sníženou hodnotou pH. Pro lepší aproximaci bude vhodné dosažené výsledky konfrontovat s výsledky z měření pevnostních charakteristik betonů získaných in-situ na již provedených stavbách. Pro tyto účely byla vytipována protržená přehrada Desná se stářím konstrukce až 100 let nebo podzemní kolektory v Brně, kde byl použit stříkaný beton společně se stříkanou hydroizolací. Podle našich informací probíhá v současné době v Rakousku rekonstrukce celé řady konvenčně ražených tunelů. Vzorky získané z těchto tunelů by poskytly cenné informace o stavu primárního ostění stáří přes 30 let.

Výsledky

Výsledky rešerše chování betonových konstrukcí v různých typech agresivity prostředí slouží jako vstupní hodnoty pro matematické modely simulující degradaci primárního ostění v období do 100 let od uvedení tunelu do provozu. Výpočty probíhají na 2D modelech sítě MKP vytvořených v programu RIB Tunnel. Modely jsou vytvořeny pro standardní profily dvoupruhového silničního, nebo dvoukolejného železničního tunelu. Na těchto modelech bude dále zkoumáno chování dvouplášťového ostění pro typy horninového prostředí charakteristického pro Českou republiku.

Literatura

- [1] MATSUNAMI, Y., DATE, S., HASHIMOTO, H., AIZATO, K. Development of an effective secondary tunnel lining method. In MODERN TUNNELING SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOLS I AND II: International Symposium on Modern Tunneling Science and Technology. 2001, p. 875–878. ISBN 90-2651-860-9.
- [2] Usman, M.; Galler, R.; et al. Long-term deterioration of lining in tunnels. INTERNATIONAL JOURNAL OF ROCK MECHANICS AND MINING SCIENCES 2013, 64, 84–89.
- [3] Annett, M.; Earnshaw, G.; Leggett, M. Permanent sprayed concrete tunnel linings at Heathrow Airport. In Tunnelling 97 Conference; , Ed.; 1997; pp 517–534. ISBN:1-870706-34.
- [4] Shin, J.; Potts, D.; Zdravkovic, L. The effect of pore-water pressure on NATM tunnel linings in decomposed granite soil. CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL 2005, 42, 1585–1599.
- [5] KLEPSATEL, F., KUSÝ, P., MAŘÍK, L. *Výstavba tunelů ve skalních horninách*. 1st ed. Jaga, 2003. ISBN 80-88905-43-5.