

STABILIZACE JÍLOVITÝCH ZEMIN POMOCÍ TECHNOLOGIE THS/V VÁPENOCEMENTOVOU TRYSKOVOU INJEKTÁŽÍ

Ing. David Háša

Soletanche Česká republika s.r.o.

Ing. Martin Růžička

Soletanche Česká republika s.r.o.

Stabilization of clayey soils by jet-grouted lime-cement suspension

Improvement of geotechnical parameters and stabilization in soft soils could be made by jet-grouting. This technology is however limited in soft clayey soils. A modified jet-grouting method is discussed in the paper as an alternative for such unstable soft soils. We present first some characteristics of the method, then a description of two field tests and finally the results given by new method.

1. CHARAKTERISTIKA NOVÉ METODY

Všeobecně je mezi projektanty v ČR rozšířen názor, že použití tryskové injektáže (TI) je vhodné pouze jako podpůrný nebo pažící prvek s určitou pevností anebo jako těsnící clona proti průnikům spodních vod. Pro tyto účely jsou používány receptury s vysokým obsahem cementu, což tuto technologii řadí mezi relativně drahé metody. V běžných případech je používáno dávkování cementu 850 kg/m^3 směsi, v případě těsnících prvků ještě s přidáním bentonitu. Článek má za cíl ukázat, že tryskovou injektáž lze s úspěchem používat i pro stabilizaci měkkých a nestabilních zemin, a to i za přijatelnějších finančních nákladů.

Autor tohoto článku při pracovním působení v Turecku používal TI právě pro plošné zlepšení parametrů základových zemin. Pilíře rozmístěné v trojúhelníkovém rastru v kombinaci s tenkou základovou deskou nebo základovými pasy sloužily pro vlastní založení objektů. Takto založené objekty byly vzhledem k objektům založeným na velkopřůměrových pilotách pevně zakotvených do základových prvků podstatně stabilnější při katastrofálním zemětřesení v Turecku v roce 1999. Studie uvedeného způsobu založení a vlivu na konstrukce při katastrofálním zemětřesení zpracovaná prof. Turgunuglu z Istanbulské univerzity prokázala, že prvky TI s nízkou pevností (dávkování cementu 150 až 300 kg/m^3) jsou velmi vhodné pro zlepšování geotechnických vlastností základových zemin. Uvedený příklad je však z prostředí s vysokým obsahem písku.

V jílovitých zeminách je situace podstatně jiná a použití TI cementovou směsí je nevhodné z několika důvodů:

- při vrtání se používá předřez vodou, což nasycuje podloží,
- ústí vrtů se ucpává předřezanými kusy jílu,
- jíl promísený s cementem výrazně snižuje pevnost prvků TI,
- velmi obtížné je vytrysknout projektovaného rozměru sloupu.

Z výše uvedených důvodů jsme vyvinuli způsob stabilizace jílovitých zemin metodou THS/V – vápenocementová trysková injektáž.

Je známo, že jílovité zeminy či organické jíly se stabilizují různými metodami pomocí suchého vápna, viz např. technologie Limix nebo podobné. Tyto postupy, jakkoli jsou efektivní, mají také některé nevýhody:

- zvýšené bezpečnostní riziko při použití nehašeného vápna,
- mechanismy jsou masivní a nosiče velké, a proto jsou tyto metody vyloučeny např. pro stabilizace podloží v tunelech nebo jiných stísněných prostorech.

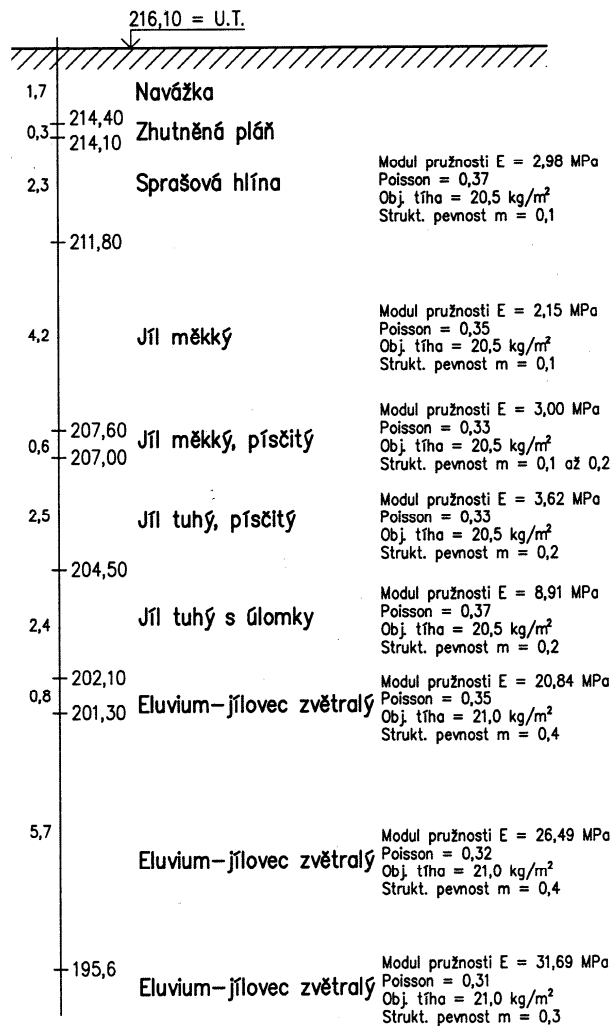
Naše metoda THS/V odstraňuje tyto nedostatky, protože ke stabilizaci používá vápenný hydrát a vlastní realizace je prováděna běžnými maloprofilovými vrtnými soupravami, jenž umožňují vrtat i ve stísněných prostorech. Zemina tak může být zlepšována i pod stávajícími konstrukcemi. Speciálně upravený injekční monitor umožní pak provedení vápeno-cementového pilíře v parametrech tak, jak je uvedeno dále.

2. POLNÍ POKUSY

Pro ověření vlastností vápenné TI a vlivů na stabilizované podloží jsme provedli dvě série zkušebních pilířů na lokalitách Klobouky u Brna a Třebovice. Při provádění a následném vyhodnocení s námi úspěšně spolupracoval projektant Ing. Lacina z firmy Amberg Engineering Brno a veškeré ověřovací zkoušky vlastností pak provedl Doc. Ing. Hobsta CSc. a Ing. Pavel Schmidt, Ph.D. z VUT Brno, Středisko experimentálních metod.

2.1 Klobouky u Brna

Pro srovnání byly na stejné lokalitě vytryskány pilíře cementovou směsí a poté směsí vápenocementovou. V obou případech byl pilíř zhotoven o průměru 900 mm a do hloubky 18,0 m od terénu v následující geologii:



Pilíře byly v horní části (9,0 m) vyztuženy tyčemi R32, ve zhlaví opatřeny betonovou deskou průměru 500 mm a následně podrobena polním zatěžovacím zkouškám. Pilíře byly poté odkopány za účelem změření geometrie a pro odebrání vzorků pro pevnostní zkoušky v laboratoři.

2.2 Třebovice

V rámci prací na traťovém úseku Krasíkov – Česká Třebová byl proveden polní pokus vápenocementové tryskové injektáže a předpjatých lanových kotev. Důvodem realizace zkušební pole je velmi problematická geotechnická skladba podloží v místě stavby. Jedná se převážně o jíly s velmi vysokou plasticitou (F8 CV, F8 CE) a lokálně o jíly se střední plasticitou (F6 CI). V okolí zkušební pole obsahují vysoký podíl organických látek. Miocenní jíly představují zeminy nepropustné, objemově nestálé a při kontaktu s vodou bobtnají.

Bylo provedeno celkem sedm pilířů vápenocementové TI o průměru asi 800 mm v délkách 4,0 až 16,0 m. Šest pilířů, které sloužily ke zlepšení nestabilního jílového podloží, byly v horní části vyztuženy tyčemi R20. Tyto pilíře byly následně zatíženy přes železobetonový práh předpjatými kotvami. Došlo tak k současnému prověření pevnostních a deformačních parametrů podloží zlepšeného vápenocementovou TI a k testování únosnosti kořene deseti-pramencových kotev v uvedeném jílovitém prostředí. Poslední, sedmý pilíř byl určen zejména pro odkopání, prověření geometrie a odběr jádrových vzorků na pevnostní laboratorní zkoušky.

3. VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Cílem zkoušek bylo zejména prověřit nově navrženou recepturu vápenocementové TI jak z hlediska technologie provádění (tekutost směsi, vytékání injektovaného materiálu na terén, atd.), tak z hlediska pevnostních parametrů vytryskaných pilířů. Technologické parametry byly s úspěchem „odladěny“ a pevnostní výsledky dávají dobrý výhled pro následné použití nové technologie.

Pro konkrétní srovnání uvedme, že pevnosti cementové TI dosahovaly v jílové geologii Klobouk průměrné krychelné pevnosti po 28 dnech 4,8 MPa, zatímco pevnosti u vápenocementové TI byly pro stejnou lokalitu o více než 40 % vyšší – průměrně 6,8 MPa.

Ve složitějších poměrech vysoce plastických bobtnavých jílů s organickou příměsí v lokalitě Třebovice dosahovaly průměrné krychelné pevnosti po 28 dnech 4,0 MPa.

4. ZÁVĚR

Z výše uvedených výsledků je patrné, že takto realizované sloupy TI splňují požadavky jak pevnostní tak stabilizační a prvek vápenné TI je velmi vhodný pro použití v jílovitých zeminách. Další možností použití této vápenocementové směsi je injektáž kořene kotev v jílovitých zeminách a jsme přesvědčeni, že výsledky, které v současné době ověřujeme budou opět příznivé.

Tato metoda je nová a ve spolupráci s VUT Brno a Amberg Engineering Brno chceme tuto metodu zdokonalit a v brzké době použít při vlastních stavebních pracích.

*Ing. David Háša (mob. 602 195 278)
SOLETANCHE Česká republika s.r.o.
K Botiči 6, 101 00 Praha 10
Tel.: +420 2 717 45 212, Fax: +420 2 717 45 215
dhasa@soletanche.cz; www.soletanche.cz*