

AZ M5 AUTÓPÁLYA FÖLDMŰVÉNEK ÉPÍTÉSE SZÁRAZ FINOMSZEMŰ HOMOKBÓL

x
Varga Árpád - Mózes Gábor
x

Általános ismertetés

Az M5 autópálya jelenleg építés alatt álló szakasza Budapest sűrűn beépített területén kívül a Soroksárt Pestlőrincsel összekötő Lőrinci uttal kezdődik és a lakott településeket elkerülve Lajosmizse közelében éri el az 5. számú főközlekedési utat. Ezt a 14+000-74+300 km szelvények által határolt autópálya szakaszt további 4 tervezési és kivitelezési szakaszra osztották. Jelenleg földmű és burkolatalap szintig elkészült az egyes és kettes szakasz, és szilárd burkolatalapon lehet végigjárni a 14+000-45+000 km szelvények közötti 31 km hosszú autópályát.

A 45+000-60+000 km közötti hármas szakaszon a földmunka építése folyik.

A vázolt nyomvonal által érintett autópálya szakasz földműépítés szempontjából látványosan könnyű feladatnak tűnik, mivel a terület alföldi jellegű, nincsenek nagy szintkülönbségek, nem kell magas töltéseket, mély bevágásokat építeni.

A felszint, a területre jellemző futóhomokból álló homokbuckák szabdalják kissé változatosabbá. A földmunka során pár méter magasságu szintkülönbségeket kell kiegyenésíteni, mely általában 2-4 m magas töltések építését teszi szükségessé. Ennél magasabb töltések építését csak a vasuti felüljárók földmunkája, illetve az autópályát keresztező mellékutak műtárgyainak felhajtó rámpái jelentenek. A magassági vonalvezetés tervezésénél tekintettel voltak a futóhomok jelenlétére, ezért csak a legszükségesebb helyeken került a pálya bevágásba, ezzel kiküszöbölték a kis mélységű bevágási részüket, melyek megkötését csak nehezen lehetne megoldani. A megkötetlen részükből erősebb szél esetén homok ráfúvások keletkezhetnek, veszélyeztetve a pálya használhatóságát.

x/ Aszfaltutépítő Vállalat

A földmunka építése során az eddig elkészült 31 km szakaszból 20 km-en futóhomok alkotta a földmű anyagát. A nyomsáv bevágásaiból kikerült anyag teljesen, az anyaggyűjtő helyek felső 2-5 m-es rétege szintén futóhomok volt. A változó vastagságú futóhomok alatt jobban gradulált, iszaposabb homok, iszaprétegek húzódnak, ezek fejtése és nagymértékű beépítése a vastag takaróréteg miatt gazdaságtalan lett volna.

A futóhomok jelenléte mint töltést, illetve bevágási tükört alkotó anyag az építés során sok problémát okozott, hiszen az M5 autópálya építése jelentette és jelenti az első nagytömegű földműépítést, ebből a hazánkban geotechnikai szempontból kevésbé ismert homokfajtából.

A futóhomok talajfizikai jellemzői:

A futóhomokról korábbi ismereteink, a tervezés illetve kivitelezés alatt elvégzett laborvizsgálatok alapján megállapítható, hogy többnyire kvarc anyagu, a szél szállító hatása során legömbölyödött, 1,00-0,05 mm közötti csaknem azonos szemnagyságú szemcsékből áll, legjelentősebb része (50-75 %-a) a 0,25-0,10 mm közötti frakcióba esik.

Egyenlőtlen ségi együtthatója (U) 1,8-3,0 közötti.

Jellemző ismertetője, hogy vegyes eljárással (átmosás, szitálás, hidrometrálás) végzett szemeloszlási vizsgálattal sem lehet iszaptartalmat kimutatni. Ezért, ha elveszti nedvességtartalmát szétpergővé, a meteorológiai hatások, a felszíni terhelések és a járműforgalom számára labilissá válik.

A mélyépítésben budapesti talajviszonyok között megtalálható és komoly kivitelezési problémákat okozó, csak éppen vízzel telített formája fordul elő. A felszínen található, kiszáradása miatt szétpergővé váló homokra is - véleményünk szerint helytelenül - használatos a folyós homok megnevezés az utépítési talajmechanikában. A folyós homok kifejezést a tényleg víz hatására mozgásba jövő előfordulására kelle ne használni.

Használható lehetne a folyós homok helyett a futóhomok vagy a szárazon szétpergő finomszemű homok kifejezés is.

Elterjedt a köztudatban, hogy a szóbanforgó homok nehezen tömöríthető, ezt azonban nem igazolják sem a tervezés, sem a kivitelezés során elvégzett módosított Proctor és a földműépítésnél elvégzett izotópos abszorpciós szondás tömörségméréseink. A tömörítési vizsgálatokkal és a helyszíni tömörségmérésekkel is megállapítható, hogy az előírásokban szereplő tömörségi fok (T_{rg}) alacsony nedvességtartalmu, sőt száraz homokban is könnyen elérhető.

A módosított Proctor görbe ezen homokok esetében a száraz oldalon egy kis hajlásszögben hajló gyakran vízszintes egyenes, optimális víztartalma - magas - ($w_{opt} = 11-13\%$). Elérhető legnagyobb száraz testsűrűség ($\rho_{dmax} = 1,68-1,76 \text{ g/m}^3$) Az optimális víztartalomnál kissé magasabb víztartalmu mintával végzett tömörítési kísérletnél a fölösleges víz a tömörítő henger alján, majd még magasabb víztartalom esetén a tetején is megjelenik, a tömörítő henger belsejében a megmaradó rész víztartalma az optimálisnál nem magasabb. Az optimálisnál vízebb futóhomok tömörítésénél nem lép fel a kötöttebb talajoknál tapasztalható gumizás jelensége. Afutóhomok jó tömörödése, azzal magyarázható, hogy a homogén szemnagyság és a legömbölyöttség miatt kis tömörítőmunka hatására a szemcsék elfoglalják végső, nagy hézagterefogatot magukba foglaló vázszerkezetüket. A szemcsék között hézagok kitöltését a hozzájutó víz mennyisége szabja meg. Az optimális víztartalomnál a hézagok telítődve vannak, ennél magasabb víztartalom esetén a szemcsék usznak a fölösleges vízben. A fölösleges víz a talajból a legkisebb ellenállás irányában eltávozik.

FÖLDMŰÉPÍTÉS

Helyszíni előkísérletek

A futóhomokból történő földműépítés kezdeti szakaszán a talajmechanikai szakvélemény ajánlása és a beépítésnél jelentkező problémák miatt próbatömörítést és járhatósági vizsgálatokat végeztünk.

A próbatömörítések során SW 16 típusu gumihengert és Vibromax 1601 típusu önjáró vibrohengert használtunk tömörítésközül. A terítési vastagság - víztartalom - tömörség - tömörítésköz összefüggést vizsgálva megállapítható volt, hogy az 50 cm terítési vastagságig a bányanedves (kísérlet idején 6 %-os víztartalmu), valamint a nedvesített (9 és 12 %-os víztartalmu) talajok teljes vastagságában már

3-4 hengerjárat után elérhető volt a 95 %-os tömörségi fok. - 80 cm-es terítési vastagságnál az alsó 40 cm-es részben 90-92 %-os tömörségek, míg a felső 40 cm-ben 95-99 %-os tömörségek adódtak mindkét típusu hengernél.

Az érvényes tömörségi előírások szerint az elérendő tömörségi fok (T_{rg}) töltéstartásban 85 %, töltés ill. bevágás tükörszintjét 90 %.

A próbatömörítés során is tehát a tömörségi viszonyok kedvezőnek adódnak.

A járhatósági vizsgálatokat az egyik futóhomokot feltáró anyaggyerőhely 15-20 cm mélységig kiszáradt (szétpergő) talaján végeztük. Tartálykocsiból vizet locsoltunk a száraz homokra, különböző mennyiségben, különböző víztartalmu szakaszokat állítva elő. Amikor a víz beszívargás teljesen befejeződött egy földdel megrakott gumikerekes Kraz teherautót járattunk végig a kísérleti földművön, figyeltük a kerékfordulatok egyenletességét - illetve változását, valamint a végighaladás után keletkezett keréknyomok mélységét.

Megállapítható volt a jármű végighaladásából, hogy közel azonos tömörségi és tárcsás teherbírási értékeket adó különböző víztartalmu szakaszokon a járhatósági viszonyok a víztartalom csökkenésének megfelelően romlottak, az egyenletes kerékfordulat növekedett, a keréknyomok mélyebbé váltak az oldalra kigyűrűzés intenzívebb lett. 6 %-os víztartalmu szakaszon a teherautó márcsak nagyon nehéz haladt a 3 %-os víztartalmu szakaszra érve kereke kipörgött, a jármű elakadt. A teherautót ezután vissza kellett vontatni a nedvesebb szakaszokra, hogy saját erejéből újra el tudjon indulni. A kísérletekből levonhatók a következő tanulságok:

- 1./ Nem elegendő száraz, szétpergő homoktalajok beépíthetőségéhez a kedvezőbb tulajdonságú földmű anyagok megfelelőségét bizonyító tömörség és teherbírási értékek biztosítása.
- 2./ Szükség van a járhatóság biztosítását meghatározó látszólagos kohézió megjelenéséhez tartozó víztartalom érték meghatározására (ez nem egyenlő az optimális víztartalommal, meghatározására helyszíni kísérletekkel nyílik mód.)
- 3./ Számolni kell a földmű építés közben és befejezése után is - ha munkahelyi forgalmat kell fenntartani az elkészült szakaszon - hogy állandó nagymennyiségű víztöltés szükséges az állékonyság és járhatóság biztosításához.

M5 autópálya földművének építése

A tényleges földmű építésénél is nagy problémát jelent a finom szemcséjű homok kiszáradása, mivel a járhatósági kísérleteknél leirt jelenségek játszódnak le.

Nagy felületű töltéseken, bevágási felületeken a napsugárzás és szél hatására gyorsan bekövetkezik az amugy sem magas természetes víztartalmú homok víztartalmának járhatóság szempontjából kritikus érték alá csökkenése, ami a hagyományos gumikerekekű szállítójárművek és tömörítő eszközök járatását lehetetlenné teszi.

Az M5 autópálya főpályájának építését azonkon a helyeken, ahol futóhomok állt kizárólag rendelkezésre építési talajként, csak lánctalpas (kis felületi nyomású) vonógéppel vontatott földnyeső gépekkel lehetett eredményes földmunkát végezni. A tömörítést a váltakozó nyomokon járatott földnyeső gépek és a lánctalpas erőgéppel vontatott vibrohengerek biztosították.

A földnyeső gépek űrtartalmának kedvező mértékben történő kitöltése is problémát jelent, mert mérések szerint csak űrtartalmának 60 %-át tudja önerejéből megtölteni, mivel a finomszemű homok öntömörödése során akkora belső surlódást eredményez, a tömörítőnyílásra, hogy kimeríti saját erejét és egy rásegítő tologép erejével lehet csak tovább tölteni. A hagyományos gumikerekekű önjáró és kotrók - közúti járműves szállítás esetén a beépítés és a szállítási utvonal biztosítása csak nagy mennyiségű víz kilocsolásával, vagy ha lehetőség van, iszaposabb talaj beszerzésére, azzal összekeverve oldható meg. Mint a vázolt építési lehetőségekből következik, a futóhomokból mint töltésképző anyagból csak speciális géplánccal, vagy hagyományos eszközökkel, de jelentős mennyiségű víz kilocsolásával (60-120 liter/m³) járó többletköltségek figyelembevételével lehet a földművet megépíteni.

A futóhomokból elkészült földmű legfelső szintjét a nemesebb anyagból épülő pálya szerkezeti rétegek építhetősége és a kavicsos homokból épülő telepen kevert stabilizáció megépítéséig a munkahelyi forgalom részére helyszínen készült cementes stabilizációval teszik járhatóvá. A stabilizáció egyben megvédi az elkészült földmunkát is. A tükörben kevert stabilizáció készítése is kapcsolatos a víztartalommal, ha a stabilizálás nem követi közvetlenül a földmű építését, a géplánc mozgásának biztosításához és a cement kötéséhez szükséges vízmennyiség miatt újra biztosítani kell a 10-12 százalékos víztartalmat, ami ismét víz adagolási többletköltséget igényel.

Az M-5 autópálya eddigi építése során nem volt lehetőség optimális víznyerésre, bár az építési tervhez készült talajmechanikai szakvélemény utalt a szükséges többletvi z igényre. A víz utánpótlást gumikerekű locsolóautókkal, illetve mezőgazdasági lajtkocsikkal tudták megoldani, jelentős szállítási távolságokat legyőzve, nagy többletköltséggel.

Hasonló talajból épülő földmunkák esetén már a tervezés és kivitelezés előkészítő szakaszában nagyobb súllyal gondolni kell a vízszükséglet gazdaságos biztosítására. A talajmechanikai furások során vizsgálat tárgyát képezi a talajvíz helyzetének, ingadozásának meghatározása. A talajmechanikai furásokból a víznyerésre optimális alkalmasokat már furásuk alkalmával le lehetne béléscsővezetni és lezárni, majd az építés során kútnak kiképezni.

Ha a kivitelezés kezdetére rendelkezésre állnának a víznyerési lehetőségek, nem lenne szükség speciális géplánc üzemeltetésére, mivel a hagyományos, minden utépitő vállalat rendelkezésére álló egyéb földmunka végzésére alkalmas gépekkel jó minőségben el lehetne végezni a földmű építést.

Varga Árpád-Mózes Gábor: Building of earthwork of M-5 Motorway of dry
fine-grained sand.

The lecture treats of bedding conditions of dry fine-grained sand (quicksand) on the M-5 Motorway between 14 + 000 and 45 + 000 km sections and of volume of earthwork building. Then soil physical characteristics of quick sand are analysed and it is established that compactness required in regulations is possible according to traditional compactness measuring method by small water content. But the building-in technology and stability of earthwork claim increasing of water content in considerable volume which results substantially higher expense by earthwork building of quicksand.

Likewise the other technology employs an equipment moved by caterpillar tractors claims a considerable investment too. The building would economically complete with equipment assembled machines are suitable traditional earthwork building also if the optimum water quantity guaranteed from start to finish of work.

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ АВТОСТРАДЫ М-5, СДЕЛАННЫЕ ИЗ СУХОГО МЕЛКО- ЗЕРНИСТОГО ПЕСКА

ВАРГА АРПАД - МОЗЕШ ГАБОР

Доклад ознакомит нас с залеганием сухих мелкозернистых песков между участками 14+000 - 45+000 км, автострaды М-5 и величиной земляных работ. Описывает физические данные мелкозернистых песков и устанавливает, что заданную плотность песка по стандарту можно достичь и в состоянии небольшой влажности. В тоже время технология строительства и стабильность откосов земляных работ требует увеличение начальной влажности мелкозернистого песка, что сильно увеличивает расходы. При маленькой влажности песка необходимы также специальные машины, перемещаемые буксирами на гусеничном ходу, что требует также больших капиталовложений. Машинами для традиционных земляных работ можно экономично работать тогда, если возможность водоснабжения оптимальна от начала до конца работы.