Ásványbányában keletkező sajátfiller újrahasznosítási lehetőségeinek vizsgálata útépitési alapanyagként*

GÉBER RÓBERT ■ Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék ■ femgeber@uni-miskolc.hu

Géber Róbert

2007-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán diplomázott szilikátechológus anyagmérnökként. Jelenleg a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék első évfolyamos doktorandusz hallgatója. Kutatásában a különböző összetételű aszfaltkeverékek és azok alapanyagainak anyagszerkezeti, valamint reológiai tulajdonságainak vizsgálataival foglalkozik.

The examination of recycling opportunity of mineral fillers as base materials in road construction

Building industry is one of the most important industry in present days. The application of various silicate industrial materials are grown up. The best-known utilization area of these materials is road construction. The applied technologies are multiple, it is necessary to create and develop different asphalt pavements, because of the geographical conditions.

The author is dealing in this article with the utilization of volcanic origin mineral fillers in road construction. He is looking for answers that how could be substituted limestone powder – which is the most used asphalt filler in Hungary – with another mineral material. It would be – economically – practical to take the advantage of these raw materials.

In these investigations there were examined 4 different mineral fillers (limestone filler, andesite and basalt fillers), which are the most used fillers in the road constructions in Hungary. During the investigations microstructural tests (grain structure, specific surface and scanning electron-microscope) and lifetime tests (sedimentation /to define the hydrophile coefficient/), swelling on standard asphalt specimens) were executed.

The author try to find a relationship between the measured parametres (specific surface, hydrophile coefficient, swelling value). The tests are important, because in the knowledge of the results it is possible to select those fillers, which are convenient for road construction.

1. Bevezetés

Az aszfalt olyan építőanyag-keverék, amelyben különböző ásványi adalékanyag-szemcséket bitumen kötőanyag von be, megfelelő tömörítési technológia alkalmazásával pedig eléri szilárdságát. Szilárd részét az ásványi adalékanyag nagyobb szemcséi alkotják, ezek adják a réteg teherbíró kövázat, a kisebb szemcsék pedig (pl. a töltőanyagok, vagy fillerek) a habarcs-szerű kitöltésben játszanak szerepet [1].

Az aszfaltkeverékek töltőanyagai a burkolatban stabilizáló és hézagkitöltő szerepet töltenek be. A gyakorlatban töltőanyagként általában mészkölisztet használnak, azonban – gazdasági okokból is – a vulkáni eredetű kőzetek (andezit, bazalt) leválasztott nagyon finom frakcióját ($d < 0,09$ mm) is visszaadagolják (exhausztorpor/szállópor/sajátfiller). Töltőanyagként alkalmazható még filterpernye, cement, kohósalak is [2].

A mészkölisztnek (fillernek) különleges szerepe van az aszfaltokban. Egyrészt kitölti a kis hézagokat, másrészt a mészkőből őrölt finom szemcsék porózusak, ezáltal lekötik a bitumen lágyabb részeit. A bitumen a finom szemcsékkel habarcsot (aszfalthabarcs) képez, és a mészköliszt ezt a bitumenes habarcsot szívósabbá teszi. A köváz szemcséit stabil bitumenes habarcs vonja be, ezáltal erős kötést biztosít a keverék szemcséi között [3].

Az aszfalt beépítéskor a hengerléssel, beépítés után pedig a forgalom hatására tömörödik, és így egy stabil, nagy kohéziójú aszfaltreteg alakul ki, amely mind az időjárásnak, mind a forgalom hatásainak hosszú évekig jól ellenáll [4, 5, 6].

A szerző jelen – diplomamunka alapján készített – cikkében az ásványbányában keletkező, vulkáni eredetű sajátfillerek útépitésben való felhasználásával foglalkozik. Arra keresi a választ, hogy az eddig töltőanyagként (fillerként) használt

mészkölisztet milyen más eredetű ásványi adalékanyag-gal lehetne helyettesíteni. Az ország földrajzi adottsága miatt célszerű lenne – gazdasági szempontból is – kihasználni ezen nyersanyagok alkalmazását. Az elvégzett vizsgálatok alapján közelebb kerülhetünk ahhoz, hogy töltőanyagként egy olyan ásványi töltőanyagot válasszunk ki, amely az aszfalt számára a mészköliszthez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkezik.

2. A sajátfillerek mikroszerkezeti vizsgálatai

A vizsgálatok során 3 ásványi töltőanyag, illetve etalonként egy mészköliszt anyagszerkezeti és élettartam-vizsgálataira került sor. A vizsgált anyagok az alábbiak voltak:

- alsószolcai mészköliszt,
- tállyai andezit filler,
- szobi andezit filler,
- uzsai bazalt filler.

A mérések során a töltőanyagok ásványi összetételének meghatározása után szemcseszerkezeti, fajlagos felületi, és elektronmikroszkópos vizsgálatokra került sor. A mérések a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék laboratóriumában történtek, ahol mind az elméleti háttér [7, 8, 9], mind pedig a lehetőségek és berendezések adottak voltak a vizsgálatok végrehajtásához.

A fillerek ásványi összetételének meghatározása

A vizsgált anyagok ásványi összetételének meghatározása SIE-MENS Brucker D8 típusú röntgen – diffraktométer segítségével történt. Az 1. ábrán a vizsgált anyagok röntgen diffraktométerrel meghatározott ásványi összetétele került feltüntetésre.

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy az alsószolcai mészkölisztet 100%-ban kalcit alkotja, míg a vulkáni ásványok összetétele rendkívül gazdag. Noha az andezitek különböző

* Az SZTE 2007. évi Diplomadíj pályázatán díjazott diplomamunka alapján

Tállyai andezit / Andesite filler (Tállya)

Szobi andezit / Andesite filler (Szob)

Uzsi bazalt / Basalt filler (Uzsa)

1. a, b, c, d ábra A fillerek ásványi összetétele
Fig. 1. Mineral content of fillers

földrajzi területekről származnak, összetételükben mégis sok azonos ásvány fedezhető fel. A legösszetettebb anyag a vizsgált sajátfillerek közül az uzsi bazalt volt.

Szemcseanalízis

Az aszfaltbeton típusú anyagok tulajdonságait az ásványi anyagok szemeloszlási görbéje és az egyes adalékanyag – frakciók milyensége igen erősen befolyásolja. Az ásványi adalékanyag nagyobb szemcséi még nagy belső sűrűsödést eredményezve egymáshoz tudnak támaszkodni, a keletkező hézagokat a kisebb szemcsék töltik ki; ezen a kisebb szemcsék közötti hézagokat pedig megfelelő arányban a mind kisebb szemnagyságú finomabb anyagok. Az egyes szemcsék közeit töltik ki az egyre kisebb szemcsék, folytonos módon.

A szemcseanalízis során a rendelkezésre álló szitákkal meghatároztuk a töltőanyagok szemeloszlás görbéit, melyet a 2. ábra szemléltet. Jól látható, hogy a töltőanyag-frakciók ($d < 0,09$ mm) mind a 4 anyagtípusnál felfedezhetőek, igaz, különböző mennyiségben. Legnagyobb mértékben a mészkőliszt rendelkezik ezen frakciókkal.

2. ábra A fillerek szemeloszlása
Fig. 2. Grain size distribution of fillers

A fajlagos felület meghatározása

A vizsgált töltőanyagok fajlagos felületének meghatározása a Micromeritics gyártmányú TriStar 3000 készülékkel történt. A minta előkészítését (gáztalanítását) Micromeritics gyártmányú SMARTPREP készülékkel végeztük el. A berendezés a fizikai adszorpció és a kapillaris kondenzáció elméletét alkalmazza annak érdekében, hogy a szilárd anyagok porozitásáról, valamint felületük nagyságáról szolgáltatson információt. A fillerek BET-féle fajlagos felületéről a 3. ábra ad áttekintést.

3. ábra Fillerek BET-féle fajlagos felülete
Fig. 3. Specific surface of fillers by BET-method

4. ábra Fillerek SEM felvételei
A. Tállyai andezit, B. Szobi andezit, C. Uzsai bazalt, D. Alsózsoltcai
mészkőliszt
N = 10.000X

Fig. 4. SEM pictures of fillers
A. Andesite filler (Tállyai), B. Andesite filler (Szob), C. Basalt filler (Uzsa), D.
Limestone powder (Alsózsoltcai)
Z = 10.000X

Az eredmények azt mutatják, hogy a mészkőliszt rendelkezik a legkisebb fajlagos felülettel, ami előnyös, mivel alkalmazásakor nem kell bitumentöbbséggel számolni. Az andezitek és a bazalt a mészkőlisztnél nagyobb fajlagos felülettel rendelkeznek, amely a bitumenfelhasználás szempontjából nem előnyös, hiszen nagyobb mennyiségű bitument kell a keverés során az aszfaltkeverékbe adagolni. Ez azonban nem jelenti a sajátfillerek felhasználásának elvetését.

Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A 4 töltőanyagon elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk el. A mérés AMRAY 1830 I típusú PV 9800 EDAX energiadiszperzív mikroszondával felszerelt pásztázó (scanning) elektronmikroszkóp (SEM) segítségével történt.

Megvizsgáltuk az ásványi anyagok felületét, és a felvételek alapján megállapítható, hogy az andezitek és a bazalt felületén sok kisebb kristály helyezkedik el, ezáltal érdesítve azok felületét. Az érdes felület pedig nagy fajlagos felületet eredményez. Ezt a megállapítást alátámasztják a fajlagos felület mérésének eredményei is.

A mészkőliszt felülete sima, tehát fajlagos felülete is lényegesen kisebb. Az elkészített SEM felvételeket a 4. ábra szemlélteti.

3. A sajátfillerek élettartam vizsgálatai

A hidrofil tényező meghatározása

A bitumenhez a hidrofób anyagok jól tapadnak, felületükön abszorbeálják a bitument. Ezeknek a fillereknek megvan a kölcsönös kapcsolata a bitumennel, emiatt az aszfaltbeton jó hő- és vízálló képességgel, és nagy szilárdsággal rendelkezik [10, 11, 12].

A vizsgálat során a sajátfillerek víz és petróleum abszorbeáló képességét hasonlítottuk össze, a fillerek ülepedését vizsgáltuk. A hidrofil tényező azonos száraz térfogatú, nagy fajlagos felületű közet 72 órányi vízben, illetve petróleumban történő ülepedés után kapott térfogatainak hányadosa. A hidrofil tényező a következő (1.) összefüggéssel határozható meg [3]:

$$\text{ahol:} \quad \eta = \frac{V_{\text{víz}}}{V_{\text{petróleum}}} \quad (1.)$$

- η : hidrofil tényező
- $V_{\text{víz}}$: a kőlisztnak vízben mért térfogata 72 órás ülepedés után
- $V_{\text{petróleum}}$: a kőlisztnak petróleumban mért térfogata 72 órás ülepedés után

A hidrofil anyagokból készített fillerek térfogata a vízben nagyobb, mint a petróleumban, következésképpen a hidrofil tényező értéke is nagy lesz. A hidrofób tulajdonságú anyagok esetén az ülepedési térfogat a petróleumban nagyobb, így ezen anyagok hidrofil tényezője is kisebb lesz. Ha a tényező értéke 1-nél nagyobb, akkor a filler hidrofil, 1-nél kisebb érték esetén hidrofób tulajdonságú. A fillerek hidrofil tényezőinek értékeit az 5. ábra szemlélteti.

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy mind a négy filler hidrofób tulajdonságú, amely a bitumennel való kapcsolat miatt jelentős. A jó kőliszt hidrofil tényezője 0,7–0,85 között mozog. A tállyai andezit filler, az uzsai bazalt filler, valamint

5. ábra Fillerek hidrophil tényezőinek értékei
Fig. 5. The hydrophile coefficients of fillers

az alsószolcai mészkőliszt is ebbe a szürkével jelzett optimális tartományba esik, ezért útépitési célokra való felhasználásuk ilyen szempontból célszerű. A szobi andezit ugyan kevésbé elmarad az optimumtól, azonban ennek ellenére alkalmazható töltőanyagként.

Duzzadásvizsgálat

A töltőanyagok duzzadásvizsgálatának elvégzését a különböző összetételű aszfaltkeverékek vízfelvétele, tapadásának, valamint a fillerek káros térfogatváltozásának meghatározása érdekében végeztük el. A mérés során természetesen a cél a töltőanyagok, fillerek hatásának megfigyelése volt; pontosabban az, hogy milyen befolyással bírnak ezek a töltőanyagok az aszfalt-ra, milyen változásokat idéznek elő az aszfaltkeverékekben.

A méréshez szabványos Marshall-próbatesteket készítettünk. A duzzadási értéket az alábbi (2.) összefüggéssel határoztuk meg [4]:

$$\text{ahol: } D = \frac{(G_4 - G_3) - (G_2 - G_1)}{(G_2 - G_3)} \quad (2.)$$

- G1: a próbatest tömege vízben, légritkítás után
- G2: a próbatest tömege légritkítás és letörés után
- G3: a próbatest tömege vízben, temperálás után
- G4: a próbatest tömege temperálás és letörés után

A duzzadásvizsgálat eredményeit a 6. ábrán mutatjuk be.

Duzzadásvizsgálattal az aszfaltok töltőanyagainak vízfelvevő hatását vizsgáltuk. Szabvány által előírt érték szerint maximum 4%-os duzzadás engedhető meg. Ennél nagyobb arányú duzzadás meggyengíti a kötőanyag és a kőváz közötti kapcsolatot.

Legnagyobb mértékben az alsószolcai mészkőliszt és a szobi andezit filler duzzadt, a legkisebb duzzadási értéket pedig a tállyai andezit mutatta. Mivel azonban mindegyik filler ezen a határon belül van, ezért felhasználásuk során káros jelenséggel nem kell számolni.

4. Az eredmények összegzése

A szerző jelen cikkében az ásványbányában keletkező sajátfillerek és egy mészkőliszt különböző vizsgálataival foglalkozott. Célja az volt, hogy olyan sajátfillereket találjon, amelyek a mészkőliszt aszfaltban betöltött szerepét, kitűnő tulajdonságait

6. ábra Fillerek duzzadása
Fig. 6. Swelling values of fillers

helyettesíthetik. Munkája során 3, a magyarországi útépitések során alkalmazott aszfalt töltőanyagát (fillert) vizsgálta meg, és hasonlította össze egy referencia anyagként használt mészkőliszttel.

Az elvégzett mikroszerkezeti és élettartam vizsgálatok során meghatározásra került a fillerek szemcseeloszlása, mely alapján megállapítható, hogy a vizsgált anyagok rendelkeznek a szükséges fillerfrakciókkal. Ugyan a töltőanyagok BET-féle fajlagos felülete – ásványi összetételükből adódóan – a mészkőlisztnél lényegesen nagyobb – ezeket alátámasztják az elvégzett Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatok is –, azonban kedvező hidrofil tulajdonságuk, és kis duzzadóképességük miatt az aszfaltban történő alkalmazásuk mégis célszerű.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton mond köszönetet tervezésvezetőjének, Dr. Gömze A. Lászlónak, aki szakmai segítségével és tanácsaival hozzájárult a diplomamunka elkészítéséhez.

Irodalomjegyzék

- [1] Nemesdy Ervin: *Útpályaszerkezetek*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] Magyar Útügyi Társaság Munkabizottsága: *Útépitési aszfaltkeverékek és útpályaszerkezeti aszfalttrétegek*. Budapest, 2001.
- [3] L. B. Gezencvej: *Aszfaltbeton útburkolatok*. Közdok, 1964.
- [4] *Töltőanyagok aszfaltkeverékekhez*. MSZ-07-3111-1989
- [5] Palotás László: *Mérnöki kézikönyv IV. kötet*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [6] Skovrankó Ernő: *Aszfalt technológiai alapismeretek*. Kézirat, Bau-Teszt Kft. Miskolc (2002.11.11.)
- [7] Dr. Gömze A. László: *Investigation and Modelling of Reological Properties of Ceramic and Silicate Material*. MicroCAD 2006.
- [8] Dr. Gömze A. László – Kovács Ákos: *Aszfaltkeverékek reológiai tulajdonságainak vizsgálata*. Építőanyag, 57. évf. 2. szám, 2005
- [9] Dr. Gömze A. László – Eller E. A.: *Extrudálható azbesztcement masszák reológiai vizsgálata*. Építőanyag, 35. évf. 1. szám, 1983.
- [10] Dr. Gömze A. László – Puskás Nikolett – Paróczai Csilla – Kovács Ákos: *COLAS-ÉSZAKKŐ BÁNYÁSZATI KFT. sajátfillereinek hidrophil és hidrophób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvevő képességének meghatározása*. Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2005.
- [11] Dr. Gömze A. László és mások: *COLAS-ÉSZAKKŐ BÁNYÁSZATI KFT. sajátfillereinek hidrophil és hidrophób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvevő képességének meghatározása*. Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2006.
- [12] Dr. Gömze A. László – Géber Róbert: *Investigation of hydrophile and hydrophobe properties of andesite and limestone fillers used in asphalt-mixtures*. MicroCAD 2007. (Section: Material science and material processing technology)