

Opponensi bírálat

Fitosné Boros Adrienn

**Alternatív nyersanyagok felhasználási lehetőségeinek vizsgálata  
szilikátbázisú szervesetlen polimerek előállítása és alkalmazása során**

című doktori (Ph.D.) értekezéséről

Témavezető: Dr. Korim Tamás

Jelen Doktori Értekezés témája a hagyományos portlandcementet fokozatosan kiszorító új kötőanyagok, alkáli aktivált cementek két reprezentatív képviselőjének kutatása és fejlesztése volt. Mivel a portlandcement készítése során saját tömegével csaknem azonos mennyiségű széndioxid kerül a légkörbe (a felhasznált mészkőbe zárt karbonát bontása és fosszilis tüzelőanyagok elégetése révén), súlyos környezeti hatást, éghajlatváltozást okozva, ezért ennek mielőbbi kiküszöbölése az építőipar egyik legfontosabb és legsürgetőbb gondja. Ehhez már meglevő ipari melléktermékek (pl. kohósalak) és viszonylag mérsékelt energiaszükséglettel nyerhető anyagok (pl. metakaolin) lúgos aktiválása egy kézenfekvő, járható út, de egyben a részletek alapos kutatása és a módszerek pontos fejlesztése sok munkát is ad. A dolgozat ebben a folyamatban vesz részt és eredményei hasznosan járulnak hozzá a jelenlegi környezetszennyező technológiák mielőbbi leváltásához. Tudományos igénye és logikai felosztása abban mutatkozik meg, hogy a kínálkozó látens hidraulikus jelleggel bíró anyagok, összetételükben a spektrum ellentétes pontját képviselő, mészből gazdag és szegény két példáját célozza. A kísérletek nemcsak a kötőanyag, hanem az adalékanyag-használat és a késztermék fizikai formája terén is az eddig kevésbé kutatott vagy különlegesnek számító megoldást célozzák. Ennek megfelelően hulladék gumiabroncsdarát adagolva próbál a ciklusos terhelésnek jobban ellenálló betont előállítani, illetve az épületszigetelésben és katalizátorként / -hordozóként alkalmazható habbetont készíteni. A közös elem ezen távoli műszaki megoldásokban a törekvés a káros ökológiai hatások mérséklésére. A fennmaradó illetve feltárt megoldandó problémák mit sem vonnak le a munka fontosságából és kapcsolódási pontokként szolgálnak további kutatásokhoz, gyakorlati fejlesztésekhez.

A világ energia- és nyersanyagkészleteinek véges voltára az emberiség régóta ráébredt, de pillanatnyi érdekek, önzés és szűklátókörűség miatt nem történt kellő előrehaladás a probléma kezelésére, s főleg nem megoldására. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozása halaszthatatlan feladat, ahogy azt az elmúlt évek mindenki által tapasztalható szélsőséges időjárása is bizonyítja. A cementgyártás hatalmas részt képvisel a széndioxid-kibocsátásból, vagyis alternatív kötőanyagokra van szükség. A jelölt munkája is erre irányult, az alkáli aktiválás szakirodalmának értő feldolgozásával és a két legbiztatóbb anyagcsoport (granulált kohósalak és metakaolin) alkalmazásával. Az eddigi tudományos munkákat elemezve, azok ismereteire alapozva dolgozatában rámutatott kalciumban gazdag és szegény fajták eltérő hidratációs termékeire. Rávilágított az alapvető kötési mechanizmusokra és gyakorlati kísérleteit ennek megfelelően alakította. Vizsgálta az egyes módszerekkel előállított kötőanyagok elérhető szilárdsági tulajdonságait és azok lehetséges kombinációjának előnyeit. Elemezte a gumidara alkalmazásának feltételeit, hasznát és korlátait. Ugyancsak foglalkozott a nagy pórustartalmú alkáli aktivált rendszerek kialakításának módjaival, paramétereivel és gyakorlati megjelenési formáival, azok alkalmazását megítélendő katalizátorként illetve katalizátorhordozóként alkalmazva. Több megállapítása közvetlen gyakorlati megoldásként is szolgál vagy kis további kutatással a környezeti terhelést csökkentő technológiák kidolgozásához járulhat hozzá.



A választott korszerű vizsgálati módszerek (röntgendiffrakció; röntgenfluoreszcens és infravörös spektroszkópia, pásztázó elektronmikroszkópos és termogravimetriás elemzés, lézergranulometriás, tomográfiás, hővezetőképességi és fotokatalitikus mérések illetve automatikusan vezérelt nyomószilárdsági vizsgálatok) alkalmasak az eredmények kellő színvonalú elemzésére és megbízható következtetések levonására.

A disszertáció felépítése és tagolása az általános normáknak megfelelő, a korábbi változathoz képest sokkal jobb arányos felosztás jellemzi. A 34 oldalas bevezetés és irodalmi rész ismerteti az alkáli aktivált kötőanyagok eddigi történetét, csoportosítását, alapanyagait és a mechanikai tulajdonságait befolyásoló tényezőket. Az elemzés — valószínűleg a nagyon korlátozott mértékű magyarországi erőműi pernye felhasználás miatt, annak erre nem megfelelő sugárzási szintje révén — nem foglalkozik bővebben ezzel a másutt gyakran alkalmazott kötéskiegészítő anyagrendszerrel. Az adalékszerek beton-konzisztenciára gyakorolt hatásának mechanizmusa, a folyósság javításának módjai szintén kissé vázlatos tárgyalásúak. Ezekről függetlenül kijelenthető, hogy az irodalmi rész alkalmas a kísérleti rész kellő megalapozására.

A gyakorlati munka 62 oldalt tesz ki, ebből 5 oldal a mérési eljárások részletezése. A két anyagrendszer (gumiőrleményes és habbeton) újszerű és ezáltal viszonylag kevés eddigi tudományos elemzést felmutató terület, így nem meglepő, hogy a kísérleti munka során több, előre nem látható, probléma, megoldandó műszaki feladat merült fel. Ezeket a gondokat a jelölt sikeresen oldotta meg. Talán a gumiőrlemény kompatibilitása az egyetlen terület, ahol egyéb adalékszertípusok bevonása lett volna javasolható a teljesebb elemzés érdekében, de ez a kísérleti munka korai szakaszától induló változtatás aránytalanul nagy többletfeladatot okozott volna.

A puccolános és alkáli aktivált rendszereknél a fajlagos felület a kötés és későbbi szilárdág tekintetében is nagy jelentőségű, így ezen mérések szélesebb körű alkalmazása jótékonyan járult volna hozzá a levont következtetések alátámasztásához, ha ilyen műszer rendelkezésre állt volna a kísérletek során.

A munka táblázatai és ábrái (főleg jelenlegi finomított formájukban) szépen kidolgozottak és világosak, külalakjuk és méretezésük megfelelő, átfedéseket valamint felesleges információt nem tartalmaznak.

A 144 hivatkozás igényesen dolgozza fel a rendelkezésre álló szakirodalmat a legfrissebb publikációkat is tartalmazva.

Az értekezés tézisei hűen tükrözik a munka alapvető elemeit és elért eredményeit, a szakirodalomhoz képesti előrelépést, a benne foglalt megállapítások helyes és teljes képet alkotnak az elvégzett kutatásról. Az önálló tudományos munkásság, a jelölt által eddig felmutatott publikációk száma és értéke jelentős, túlmutat a minimálisan megkövetelt mértéken, ez mindenképpen kiemelendő a későbbi tudományos pályafutás várható sikeressége szempontjából.

Összefoglalásként megállapítom, hogy az értekezés mind tudományos, mind formai szempontból megfelel a támasztott követelményeknek és ezek alapján annak elfogadását javaslom.

Dundee, 11 April 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'László Csetényi'.

Dr. Csetényi László

Tudományos főmunkatárs

University of Dundee



A jelölthöz intézett kérdéseim a következők:

Metakaolin esetében (a puccolános jelleg szempontjából) milyen gyártási hőmérséklet tartomány tekinthető optimálisnak, pl. 300-600°C vagy 600-800°C? Mennyi a szükséges hőntartás? Mi jelzi, hogy elértük az optimális reakcióképességet? Hogyan változnak az alkalmazandó paraméterek, ha eltérő az agyagásványos összetétel vagy más a szemcseméret?

A hőkezelésen kívül milyen haszna lehet egyéb további módszernek, pl. mechanikai aktiválásnak, őrlésnek? Hogyan változtatja ez a szemcsék alakját és ez hogyan befolyásolja a kötőanyag vízigényét, folyósságát és a beton szilárdságát (a főbb tendenciákra gondolva)?

Kloridoldatok bejutása igen veszélyes a betonvasra, súlyosan korrodeálja azt. A beton tömörségének javításán kívül milyen módon csökkenthető a káros hatás? (gondolhat passzív és aktív védelemre is)

Milyen egyéb lehetséges adalékszer fajták javíthatták volna a gumiőrlemény tapadását a cementpéphez?