Hőszigetelő sajátságú, hulladék alapú alkáli aktivált cementek fejlesztése

Development of waste-based alkali-activated cements with thermal insulating properties

Fitosné Dr. BOROSS Adrienn[1], TÓTH Levente[2]

PE-MK, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Anyagmérnöki Intézeti Tanszék
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.
info@mk.uni-pannon.hu

ABSTRACT

Over the past few decades, our rapidly developing world has consumed vast amounts of raw materials and processed construction products during an unprecedented boom in construction activity. Although concrete plays an indispensable role in construction, its production entails substantial carbon dioxide (CO_2) emissions, accounting for approximately 8% of the global carbon footprint. Furthermore, existing concrete structures inevitably undergo degradation processes that ultimately necessitate demolition, leading to an increasing volume of construction and demolition waste. Alkali-activated cements (AAC) offer a viable solution to these pressing issues, as their production is estimated by some sources to generate 60–80% less (CO_2) emissions than conventional binders. An additional advantage is that construction and demolition waste can inherently serve as raw materials for their synthesis. In alignment with zero-waste principles, AACs represent a promising, "greener" alternative for the building materials of tomorrow. However, structures built with the earliest alkali-activated materials are gradually approaching the end of their service life, raising critical questions regarding the management of future AAC waste. Previous research has established that waste AAC can be utilized in the production of new AACs, analogous to conventional construction and demolition waste. Rather than acting merely as inert fillers, these materials serve as active phases that directly participate in the binding and hardening process. The ultimate objective of this research is to fabricate a prototype from reactivated AAC that can serve as a thermal insulation element. As an initial step, this work focuses on developing a product characterized by optimal mechanical and physical properties (compressive strength, flexural strength, and bulk density), alongside a simple, cost-effective, and "carbon-free" manufacturing technology. Accordingly, the present study investigates the optimal formulation in terms of both the precursor/filler ratio and the chemical composition of the alkaline activator solution.

Keywords: alkali-activated cement (AAC), waste AAC, reactivation, compressive strength, bulk density, circular economy

ÖSSZEFOGLALÓ

Az elmúlt évtizedek alatt rohamosan fejlődő világunk rengeteg nyersanyagot, illetve az azokból előállított építőanyagot használt fel az addig nem látott méreteket öltő építkezései közben. Bár az építkezések során nélkülözhetetlen szerepet tölt be a beton, előállítása nagy mennyiségű szén-dioxid (CO_2) emissziót von maga után, amely a globális karbonlábnyom körülbelül 8%-át teszi ki. Az sem elhanyagolandó tény, hogy a már megépített beton elemek elkerülhetetlen károsodási folyamatokon mennek keresztül, amelyek végső soron bontási munkálatokat vonnak maguk után, ez pedig a bontási hulladékok mennyiségének növekedését eredményezi. Ezekre az égető problémákra kínálhatnak jó megoldást az alkáli aktivált cementek (AAC), amelyek előállítása – egyes nézetek szerint akár 60-80%-kal – kevesebb CO_2 kibocsátással jár, mint a klasszikus kötőanyagoké. További előnyük, hogy gyártásukhoz a bontási hulladékok eleve nyersanyagként szolgálhatnak. A zero-waste szemlélet szem

előtt tartásával elmondható, hogy az AAC-ek ígéretes, „zöldebb” alternatívát biztosíthatnak a jövő építőanyagai számára. Azonban fontos megemlíteni, hogy az első AAC-ek felhasználásával készült épületek lassan élettartamuk végéhez közelednek, így kérdésessé válik az AAC hulladékok sorsa a jövőben. Eddigi kutatásaim során megállapítottam, hogy az AAC hulladékok ugyanúgy felhasználhatóak újabb AAC-ek előállítására, mint a hagyományos építési és bontási hulladékok. Nem csupán inert anyagként szerepelnek a rendszerben, hanem aktív fázisként vesznek részt a kötésben. Kutatásom végső célja egy újraaktivált AAC-ből készült prototípus előállítása, amely hőszigetelő elemként funkcionálhat. Első lépésként egy olyan termék fejlesztésén dolgozom, amely a lehető legjobb tulajdonságokkal (nyomó- és hajlítószilárdság, testsűrűség), továbbá egyszerű, költséghatékony, „karbonmentes” előállítási technológiával rendelkezik. Jelen munkámban ennek megfelelően mind az aktív anyag/töltőanyag, mind pedig az aktiváló oldat összetételének szempontjából is optimálisnak ítélhető összetételt kerestem.

Kulcsszavak: alkáli aktivált cement (AAC), hulladék AAC, újraaktiválás, nyomószilárdság, testsűrűsg, körforgásos gazdaság