

Műemlékek kőzeteinek anyagvizsgálata

Dr. Török Ákos*

Bevezetés

Hazai műemlékeink többsége természetes kőzetekből épült. A műemléki kőzetanyag állapotának meghatározásakor körültekintően kell eljárunk, ezért legtöbbször roncsolásmentes vizsgálatokat alkalmazunk. Roncsolásos kőzetvizsgálati módszereket csak kisméretű kőzetmintákon, laboratóriumi körülmények között alkalmazunk. A legfontosabb vizsgálati módszereket és néhány ehhez kapcsolódó példát mutat be a cikk.

Vizsgálati módszerek

A műemlékek kőzetanyagának meghatározása az első lépés. A helyszíneken az alap kőzettípusok elkülöníthetők és besorolhatók az MSZ 18281 – 79 sz. szabvány alapján. A pontos kőzettani leíráshoz kisméretű minták laboratóriumi elemzése szükséges. A kőzetváltozások feldolgozásához a nem szabványosított hazai és nemzetközi szakirodalom áll rendelkezésre, és hosszú évek tapasztalata szükséges.

A kőzet megtartási állapotát leginkább fizikai tulajdonságainak változása jelzi. Kiindulásként a műemlékekbe beépített kőzet a bányából kikerülve ún. „üde” azaz az eredeti kőzet tulajdonságait hordozza. Ezek a tulajdonságok az időjárás hatására (csapadék, fagy, nap-sütés stb.) megváltoznak, és mállási folyamatok indulnak meg. Ezek hatását fokozhatja, gyorsíthatja az emberi tevékenység is. A kőzet mállásának előrehaladását néhány jelző tulajdonsággal jellemezhetjük és számszerűsíthetjük. Ezek helyszínen a műemlék épület kőzetanyagán is mérhetők, illetve a mállás folyamata laboratóriumi körülmények között is modellezhető. A legfontosabb, a mérnöki gyakorlatban és a műemlék épületek restaurálásánál közvetlenül felhasználható tulajdonságok közé tartozik a szilárdság és a vízfelvételi képesség.

A szilárdságot – az épületek műemlék jellegéből adódóan – roncsolásmentes módszerrel mérjük. Ehhez az eredetileg betonokra kifejlesztett Schmidt-kalapácsot és Duroszkópot használhatjuk. Mindkét műszer mérési elve az, hogy a kőzet felületi szilárdságát méri egy rugó által a kőzetfelszínre csapódó tömeg visszapatánási értékei alapján. A mérés nem a kőzet abszolút szilárdságát adja meg, hanem egy ún. visszapatánási értéket. Ebből az értékből következtethetünk a kőzetfelület szilárdságára, leginkább akkor, ha a helyszínen mért értékeket összevetjük a „friss” bányából származó kőzetek paramétereivel.

A pipás vízbeszívásos módszer terjedt el a műemlékvédelemben a kőzetek vízzel szembeni viselkedésének helyszíni megadására. Ennek a módszernek a lényege az, hogy egy mérőbeosztással rendelkező üveg pipát gitttel a kőzetfelületre rögzítünk és mérjük az adott időegység alatt a pipa kőzettel érintkező felületén beszívargó víz mennyiségét.

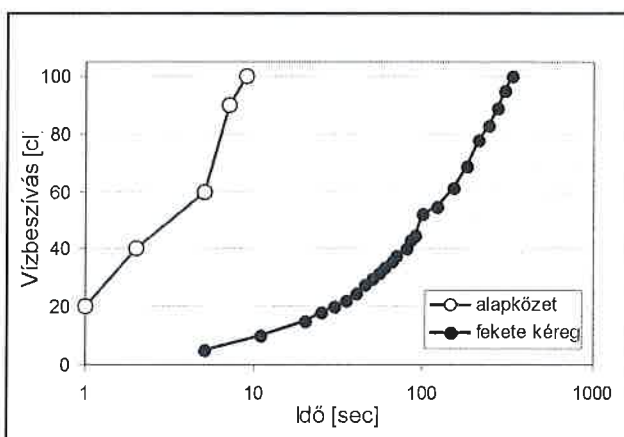
A kőzet szövetének és ásványos összetételének megváltozása a kőzet állapotának és a mállás előrehaladtának másik fontos ismérve. Ennek megállapítása a műemlék épület felületéről származó kisméretű minták alapján történik. A szöveti változások nyomon követésére 30 mikrométer vastagságú vékonycsiszolatot készítünk és azt áteső fényben ún. polarizációs mikroszkóppal elemezzük.

Ásványtani elemzés: A kőzet elváltozásainak optikai azonosítása mellett kisméretű minták műszeres ásványtani elemzésével pontos képet nyerhetünk a kőzet összetételéről. Ilyen esetekben a porított kőzetmintákat röntgendiffrakciós (roncsolásmentes) és derivatográfus (roncsolásos) módszerrel elemezzük.

Néhány példa a vizsgálati módszerek alkalmazására

A következő példákban budapesti műemlékek kőzetanyagának néhány diagnosztikai eredményét mutatjuk be. A budapesti műemlékek többsége mészkőből épült. Az egyik legelterjedtebb mészkőváltozat a durva mészkő (ismert még puha mészkő, oolitos mészkő néven is). Ez a mészkő érzékenyen reagál az időjárási viszonyokra és a légszennyeződésre, és különböző mértékű fizikai változásokat mutat.

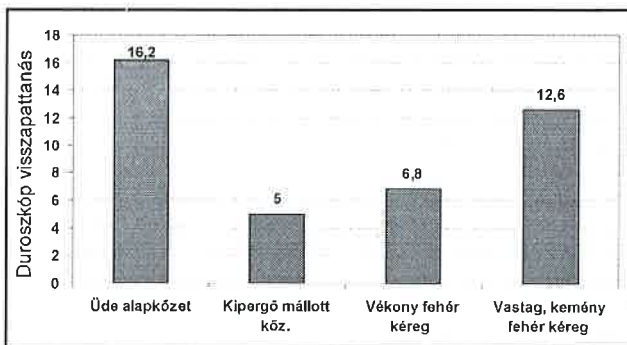
A durva mészkővön a mállás hatására világos színű és sötét mállási kéreg alakulhat ki. A világos mállási kéreg vízáteresztő képessége kisebb az anyakőzeténél, hiszen pórusaiban másodlagos ásványok elsősorban gipsz és másodlagos kalcit válik ki. Ezt a változást nyomom lehet követni a kőzetfelület pipás vízbeszívási vizsgálatával (1. ábra).



1. ábra. Pipás vízbeszívás alapján elkülöníthető a részben vízzáró mállási kéreg és a vízáteresztő alapkőzet.

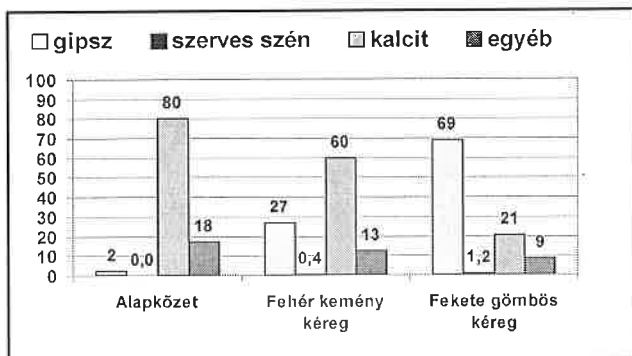
A kőzetfelületen kialakuló mállási kéreg felületi szilárdsága többségében nagyobb, mint a kéreg alatt található alapkőzeté. Ezt a szilárdsági különbséget jól mutatják a Schmidt-kalapácsos és a Duroszkópos mérések (2. ábra).

A mállási kéreg ásványtani összetétele is eltér az alapkőzetekétől. Az alapkőzet karbonátos ásványból, kalcitból áll, amely mellett, még néhány százalékban megjelenhet kvarc és földpát is. A mállási kéregben kimutatható gipsz az üde a bányából származó kőzetben nem található meg és így egyértelműen bizonyítható, hogy a kőzet kalcitjának és

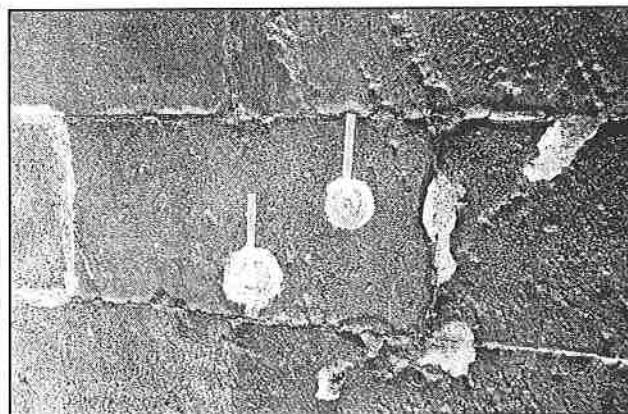


2. ábra. Duroszkópos vizsgálattal azonosítható a kőzet állapota, az üde kőzethez képest a mállott durva mészkő szilárdsága a töredékére csökken, de a mállási kéreg felületi szilárdságnövekedést okoznak.

* Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék, 1111 Budapest Stoczek u. 2.; atorok@epito.bme.hu



3. ábra. Röntgendiffrakciós és derivatográfus vizsgálattal kimutatott ásványtani összetétel; a mállott alapközethez képest a fehér és a fekete mállási kéregben nagy mértékben feldúsul a mállásra utaló gipsz ásvány.

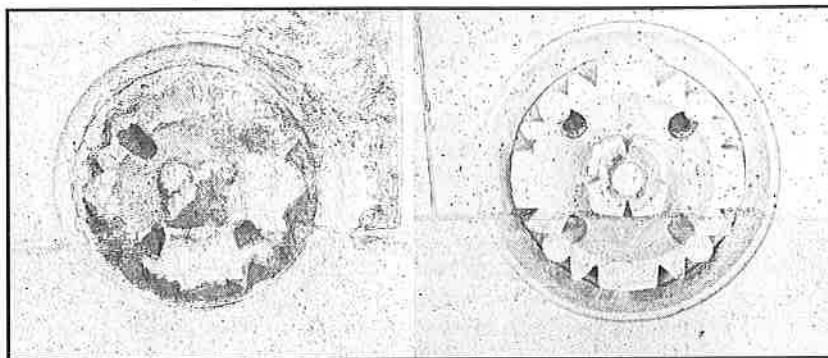


4. ábra. A fekete mállási kéreg színét a gipsz kristályokba beágyazódott, illetve a leülepedő por és korom adja (pipás vízbeszívásos mérés durva mészkőn, Mátyás-templom)

a légköri eredetű kén-oxidoknak (kén- és kénesav) a reakció terméke (3. ábra). Az így kialakult gipszdús kéregek közül a fekete kéregek elszíneződését az áttetsző gipsz kristályokba zárványként megjelenő fekete korom és por szemcsék adják (4. ábra).

Az erősen mállott durva mészkő épületek esetében a kőzet restaurálása sokszor nem lehetséges, így a durva mészkövet az időjárás és a légszennyezés hatásainak sokkal jobban ellenálló édesvízi mészkőre cserélik ki (5. ábra).

A kőzetek diagnosztikája a helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok segítségével alapvető információval szolgál a műemlékek restaurálásához és állagmegóvásához.



5. ábra. Mállás hatásra tönkrement durva mészkőből készített díszítőelem, és a kicserélt édesvízi mészkő ornamentika, Országház Ny-i homlokzat

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Beton

Mederburkoló betonelemek hajlító-húzó szilárdságának meghatározása

Dr. Kausay Tibor

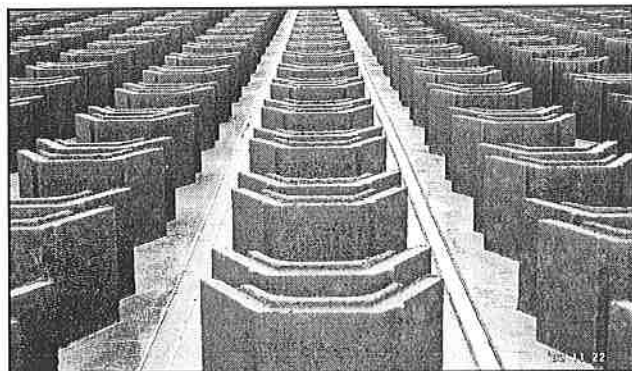
A csapadékvíz elvezető árok kialakításának kedvelt eszköze a gánti Dolomit Kőbányászati Kft. betonüzemének jó minőségű, két méretben, vibopréssel gyártott mederburkoló eleme (1. és 2. ábra).

A mederburkoló betonelemeket az útpadkára hajtó gépkocsik keréknyomásából adódó oldalirányú nyomás is igénybe veszi, ezért beépítésüknek feltétele a nyomatéki teherbírás igazolása.

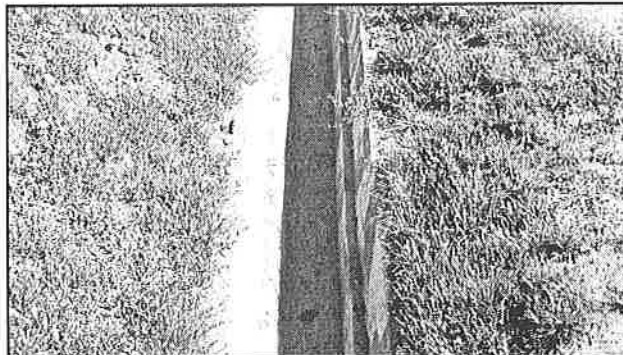
Ennek meghatározása laboratóriumban az elemek tömege, mérete,

különleges alakja miatt körülményes, ezért a törőerő méréseket a 30 kN nyomóerőt kifejteni képes üzemi rakatológéppel végeztük el (3. és 4. ábra). A törőerőt a szabad elmozdulás érdekében felemelt betonelemeken mértük (3. ábra). A mérés elrendezése a 5. ábrán látható.

A mérés előkészítésekképpen a rakatológép fogókarjai közé hitelesített, 50 kN mérésstartományú nyomódinamométert helyezve (6. ábra), három ismétléssel, 17 ponton mérve felvettük a rakatológép manométer



1. ábra. Néhány napos mederburkoló betonelemek a gyártó téren



2. ábra. Mederburkoló betonelemekkel kialakított út menti vízvezető árok