

Mennyire tűzállók az acélszerkezetek?

A korszerű építéstechnika egyre nagyobb mértékű hazai térhódítása a különböző nagyberuházásoknál, bevásárlóközpontoknál, raktársarnokoknál az acélszerkezetek tömeges megjelenését eredményezte. Ugyanakkor néhány tragikus esemény – a Budapest Sportcsarnok leégése vagy a Világkereskedelmi Központ tornyainak összeomlása – ráirányították a figyelmet az acélszerkezetek tűzvédelmére.

Az épületekben – tartószerkezetként – a kis- és közép-fesztávolság esetén általában a hidegen hengerelt, míg a nagy fesztávolságú, valamint a többszintes épületekben a melegen hengerelt szelvényekből készülő szerkezetek kerülnek alkalmazásra.

Sokan kérdezik, hogy miért kell az acélszerkezetet védeni, amikor az nem is ég! Igaz ugyan, hogy nem ég, de a tűzzel, magas hőmérséklettel szembeni ellenálló képessége kicsi. Az 1. ábra tanúsága szerint a hőmérséklet emelkedésével egy ideig (kb. 300 °C-ig) emelkedik a szaktávolság, 300 °C fölött az acél folyáshatára egyre inkább elmosódik és 500 °C-nál az anyag szinte csak plasztikus alakváltozást szenved. Jól látható, hogy 500 °C-on az acélszerkezet teherbírása kb. fele a normál hőmérsékleti teherbíráshoz képest. 600 °C-on pedig a szilárdság rohamosan csökken, a szerkezet már a saját súlyát sem bírja el. A 2. ábra két különböző minőségű acél

húzószilárdságának változását szemlélteti a hőmérséklet függvényében.

Az épületszerkezetek tűzzel, illetve magas hőmérsékleti hatásokkal szembeni ellenálló képességét tűzállóságnak, azt az időtartamot pedig, ameddig a szerkezet a szabványos vizsgálat során a tűz hatásának ellenáll, tűzállósági határértéknek nevezzük.

Tűzvédelmi szempontból kritikus hőmérséklet az acélszerkezetnek az a hőmérséklete, amelynek elérésekor az adott állandó és esetleges teherrel terhelt tartószerkezet törési határállapotba kerül, elveszti hordképességét és ezzel együtt a tűzzel szembeni ellenálló képességét. Ezen hőmérséklet melegen hengerelt szelvények esetében kb. 500–600 °C, vékony falú (5 mm-nél vékonyabb) szerkezetek esetén pedig 350–450 °C. A melegen hengerelt és a legalább 5 mm falvastagságú szelvények 12–15 perc alatt, a hidegen hengerelt vagy 5 mm alatti falvastagságú szel-

vények 8–10 perc alatt érik el a kritikus hőmérsékletet. Ennél nagyobb tűzállósági határérték külön tűzhatás elleni védelem nélküli acélszerkezetekkel nem érhető el.

Az alkalmazott védelmi módnak bizonyos időtartamig tehát meg kell akadályoznia, hogy az acélszerkezet elérje a kritikus hőmérsékletet. A védelem alapvetően a hőszigetelés elvén működik. Megvalósítható a tűz (magasabb hőmérséklet) hatására képződő hőszigetelő réteggel, önmagában hőszigetelő és egyben tűzálló anyaggal, illetve hőelvezetéssel.

Az acélszerkezetek védelmére több megoldás áll rendelkezésre.

1. Tűzvédő festékbevonatok
2. Szórt tűzvédő bevonatok
3. Szerelt táblás burkolatok
4. Körülfalazások, körülbetonozások
5. Belső üregek kibetonozása
6. Belső üregek vízhűtése

1. Tűzvédő festékbevonatok

Az utóbbi években a tűzvédő festékbevonatok számos változata terjedt el. Ennek oka főleg a termékek kedvező alkalmazástechnikai jellemzőivel magyarázható. Alkalmazásukkal általában 0,5–0,75–1,0 óra kivételes esetben 1,5 óra tűzállósági határérték érhető el.

Előnyös tulajdonságai:

- fokozza a fémek egyébként is megoldandó korrózióvédelmét,
- megjelenése esztétikus,
- alkalmazása bármely alakzatú fémszerkezeti rendszernél lehetséges, mivel a szerkezetek jellegét nem takarja el,
- a felhordás magas fokú termelékenységet (gépesíthetőséget) tesz lehetővé,
- a védőbevonat m²-súlya és rétegvastagsága egyéb tűzvédő eljárásokhoz viszonyítva a legkisebb, ezáltal nem okoz a szerkezetnek különösebb többlet-terhelést,
- a rétegvastagsággal a kívánt tűzállósági határérték (adott határokon belül) biztosítható,
- karbantartása, tűzhatás utáni felújítása viszonylag egyszerű.

Hátrányai:

- magasabb (1,5–3,0 óras) tűzállósági követelmény esetén nem alkalmazható,
- a bevonat viszonylag sérülékeny, nedvesség behatolása esetén tönkremegy, illetve hatástalan,
- mivel a bevonatrendszer külsőre nem tér el egy hagyományos festéktől, megkülönböztető jelzést kíván, hogy az újra mázolások során ismétetlen tűzvédő festékréteg kerüljön a szerkezetre.

A tűzvédő festékbevonatok általában a következő rétegekből tevődnek össze:

- korróziógátló alapozó réteg
- passzíválja az alapfémeket, (tehát védi a savak oldó hatásával szemben,)
- biztosítja, hogy a rákerülő tűzvédő festék jól tapadjon és hő hatására se váljon le a fémről.

- tűzvédő réteg(ek)
- Az igénybevételnek megfelelően általában több rétegben hordják fel; a felhordás módját és mennyiségét a gyártmány alkalmazástechnikai útmutatójában közlik,
- fedőréteg

A tűzvédő bevonatot védi a nedvességgel és egyéb környezeti hatásokkal szemben, azonban a fedőrétegnek az alatta levő tűzvédő bevonat habosodását nem szabad akadályoznia.

A tűzvédő festékbevonat tűz hatására bekövetkező viselkedését az jellemzi, hogy kb. 180–200 °C között megindul a habosodási folyamat. Ezáltal egy sűrű, zártpólusú rendszerből álló szigetelőréteg kezd kialakulni (1. ütem). 300 °C körül megkezdődik a habréteg részbeni elszeneseződése, amely egyben biztosítja a szén alapú váz kialakulását, mely endoterm (hőelnyelő) hatásával stabil védő szigetelőréteget eredményez (2. ütem).

A hőmérséklet emelkedésével a hab külső rétegében megkezdődik a teljes kiégés és utána a habréteg elveszti stabil szerkezetét. További hőmérséklet-emelkedés esetén a védőhatás és a hatékonyság gyorsan romlik (3. ütem). A 3. ábra egy tűzvédő festékbevonattal védett acélgerenda felületének hőmérsékletét mutatja.

2. Szórt tűzvédő bevonatok

Alkalmazásukkal 1,5–3,0 órás, esetleg 4,0 órás védelem érhető el.

Ezen típusú – általában ásványi alapú (természetesen azbesztmentes) – bevonatoknál az acélszerkezet minden felületét viszonylag puha, könnyű térfogatsúlyú anyaggal kell beszórni.

Az eljárások közös jellemzője, hogy a védőbevonat (habarcsréteg), viszonylag gyorsan, gépi berendezéssel felhordható. Általában vizes, hidraulikus kötőanyagot tartalmaz. Külön zsuluzást nem igényel.

Mind a vízszintes, mind a függőleges tartószerkezetekre felhordható, rusztikus felületet ad. Hátránya, hogy a tűzvédő szigetelés – mivel a legtöbb esetben laza szerkezetű – mechanikai hatásoknak nem áll ellen, esztétikai megjelenése kifogásolható, ezért utólagos felületvédelmet, burkolást, eltakarást igényel.

Fokozottan érvényes ez azokban az esetekben, amikor a felületet – elsősorban vízzel – tisztítani kell. A bevonat előnye, hogy összetett szerkezeteken is hatékonyan alkalmazható és viszonylag olcsó megoldást jelent. A 4. ábra egy szórt tűzvédő bevonattal védett acélgerenda felületének hőmérsékletét mutatja.

3. Szerelt, táblás burkolatok

Alkalmazásával 1,0–3,0 órás védelem érhető el. Az eljárást főleg ott célszerű alkalmazni, ahol a tűzvédő festék felhasználása a magasabb tűzállósági követelmény, illetve a mechanikai, kémiai hatások miatt nem jöhet számításba, valamint a szórt védelmi eljárás a szelvények kialakítása vagy egyéb okból nem lehetséges.

A védelmi eljárás előnyei:

- a burkolat elkészítése szerelt, száraz technológiát igényel, az előre gyártott lapok, táblák felhasználá-



sa rövid beépítési időt eredményez,

- általában külön felületi védelmet nem igényel, megjelenése esztétikailag is megfelelő,

- nincs száradási idő, így kialakításuk után az épület azonnal igénybe vehető.

Hátránya, hogy bonyolultabb rendszereknél, csomópontoknál nehéz, bonyolult a kivitelezése.

A szerelés kialakítását illetően két fő csoport különböztethető meg:

- pillérek és tartók védelme a szerkezet burkolásával (profilkövető vagy szekrényszerűen burkolt),
- födémek, födémkartók, fedélszerkezetek védelme tűzvédő álmennyezettel.

A védelem hatékonyságát a lapvastagság, a lapméret, az acélszerkezethez, ill. egymáshoz való rögzítés módja

is befolyásolja. Az 5. ábra egy szerelt burkolattal védett acélgerenda felületének hőmérsékletét, a 6. ábra egy tűzvédő álmennyezettel védett acélgerendás födém hőmérsékletét mutatja.

4. Körülfalazás, körülbetonozás

Alkalmazásukkal 2,5–3,0 órás védelem érhető el.

Általában függőleges teherhordó szerkezeteknél (pillér, oszlop, vázszerkezet) kerül felhasználásra. A körülfalazás a legrégebben alkalmazott eljárás, amely gazdaságosan készíthető el. Nem igényel nagyfokú szakértelmet, gépesítést, nagy mechanikai szilárdságú, és az anyagok könnyen beszerezhetők.

A körülbetonozás esetén a stabilitás biztosításához általában Ø6 mm-es kengyele-

zésre szerelt rabicháló alkalmazása szükséges. A betonozáshoz C10–C12 minőségű betont célszerű használni. Az eljárás viszonylag olcsó, az építmény használati időtartamára a korrózióvédelem és a tűzvédelem is véglegesen megoldott, továbbá a felület jól tisztíthatóan képezhető ki.

Az egyes falvastagságokkal elérhető tűzállósági határértékeket a 2/2002 (I. 23.) BM rendelet F1. 3. függelékében találhatjuk.

5. A belső üregek kibetonozása

A védelem lényege, hogy a zárt rendszerű (pl. cső), vagy zártan kiképzett acélszerkezet belső ürege kibetonozásra kerül. Az acélköpenyt kitöltő beton tűz esetén tömegénél fogva jelentős hőmennyiséget képes átvenni az acéltől, ezáltal hosszú ideig meggátolja az acél kritikus hőmérsékletre való felmelegedését.

Az eljárás a megnövekvő tömeg miatt csak oszlopoknál, pilléreknél, esetleg főtartóknál vehető számításba. Mivel a beton tűz esetén kisebb-nagyobb mértékben részt vesz a teherhordásban, a kibetonozással való tűzvédelem két feltételhez kötött:

- az alkalmazott betonminőség legalább C14 (B200),
- a statikai számítás során a betonmag a teherbírás szempontjából nem kerülhet figyelembevételre.

Ezen feltételek teljesülése esetén a szerkezet tűzállósági határértékét a következő képlettel lehet meghatározni:

$$T_H = \frac{V}{0,33 \times F}$$

ahol:

V – a kitöltő beton mennyisége a pillér egységnyi hosszára vetítve, dm³

F – a betonnal érintkező felület a V-nél figyelembe vett egységnyi pillérhosszon, dm²

A kivitelezésnél azonban két fontos dolgot figyelembe kell venni:

- a földem terhelését nem szabad kizárólag az acélköpenyre hárítani, mert tűz esetén reális veszélye van annak, hogy a köpeny megroggyan és a betonmag csúszáson marad,
- a zárt acélszerkezetből a beton víztartalma nem tud eltávozni, ezért a beton és a köpeny között nagy nyomású gőzréteg alakul ki, amely csökkenti a beton hőelvonó képességét. Célszerű ezért a szerkezeten helyenként a gőz eltávolítására réseket, lyukakat kiképezni.

Ez a megoldás az egyik legolcsóbb és leghatékonyabb védelem.

6. Belső üregek vízhűtése

A rendszert elsősorban ott célszerű alkalmazni, ahol a tűz vagy magas hőmérséklet hosszú időn át (pl. napokig) aktív védelmet igényel.

Ezen védelmi módnál a tartórendszerek összefüggő, vízvezetékrendszerként működően készülnek olyan szerelési technológiával, amely alkalmas megfelelő nyomású hűtővíz áramoltatására.

A szükséges vízmennyiség meghatározása épületgépzeti számításokkal történhet, azonban kísérletek alapján a tűzhatásnak kitett tartószerkezet minden m²-ére 1,5 m³/óra, max. 30 °C hőmérsékletű vízmennyiséget kell számításba venni. A rendszer állandó nyomású, vagy szárazvezetékes lehet.

A vízáram megindítását gravitációs vagy szárazvezeték esetén automatikus rendszer végzi. A gravitációs

rendszerrel az építmény legfelső szintjén kiegyenlítő tartályt kell elhelyezni, a vízszint felszínén nitrogén és széndioxid bekerülése ellen olajréteget kell alkalmazni.

Állandó feltöltés alatt álló rendszer esetén a hűtővízbe különböző adalékokat kell tenni a fagyveszély, a korrózióveszély, valamint a vízkőképződés kiküszöbölése céljából.

Az eljárás a védelem tekintetében igen hatékony, hosszú ideig képes az acélszerkezet hőmérsékletét a kritikus szint alatt tartani. Az acélszerkezet belsejében keletkező gőz szétfeszítheti a szerkezetet, ezért biztosítani kell a gőz kijutását a szabadba. Németországban kifejlesztettek egy olyan vízpermetes beépített oltási módot, amelyet az acélszerkezet belsejében vezetnek, így a belső hűtés és a 0,1 mm méretű vízpermet egyszerre valósul meg.

Az acélszerkezet stabilitásának megőrzése érdekében a vízfúvókákat egyenesen az acélszerkezetbe építik. Így a rendszer kétszeresen hűt: a permetképződés közben, illetve az acélszerkezetben áramolva

Összefoglalásként megállapítható, hogy az acélszerkezetek tűzállóságának növelésére alkalmazott műszaki megoldás esetenként, az adott tűzállósági határérték követelmény függvényében más és más lehet. Kiválasztása már a tervezés fázisában nagy körültekintést, esetleg szaktervezői, szakintézeti közreműködést igényel. A megfelelő biztonságot nyújtó, gazdaságos, optimális megoldás kiválasztása révén az acélszerkezetű épületek korszerűen és biztonságosan építhetők meg.

SOMORJAI ANTAL

