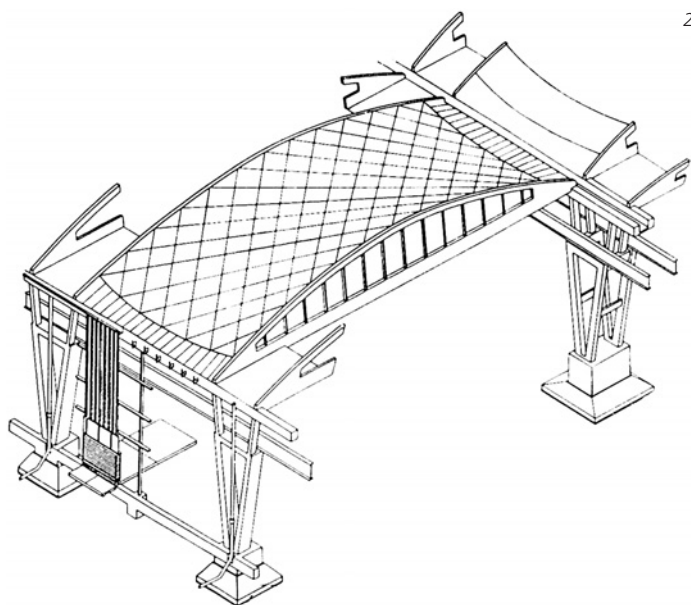


Negyven év folyamatos felújítás

Vasbeton héjszerkezet felújításának épületszerkezeti kérdései



1

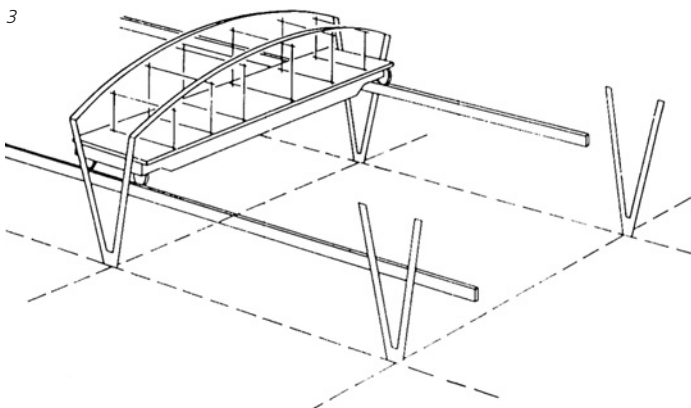


2

1. Távlati kép a csarnokokról

2. A csarnokszerkezet axonometrikus képe

3. Az építéstechnológia elvi ábrája és fotója: a daruhidakra szerelt vasbeton ívpár és síklemez zsaluzata



44

A Menyhárd István által tervezett héj víz- és hangszigetelése önmagában sem könnyű feladat, de a technológiából származó klór és az alig 6 centiméteres héjvastagság igencsak megnehezítette az 1958 óta egymást érő felújításokat.

A 20. század elejéig a térben megjelenő tetőt – szinte kivétel nélkül – síkbeli szerkezetekre felbontható elemekből építették. Ennek a legjellegzetesebb megjelenése a „fedélszék” volt, amely hierarchikus rendben egymásra illesztett szerkezeti alrendszerből állt (például lécszaruszelenen-oszlop-gerenda stb.). A körszimmetrikus kupolák jelentették az első lépéseket a valóban térbeliként működő szerkezetek irányába.

Az új építőanyagok megjelenése (acél, vasbeton) az építők figyelmét olyan szerkezetekre irányította, amelyek egyetlen összefüggő felületként működnek.

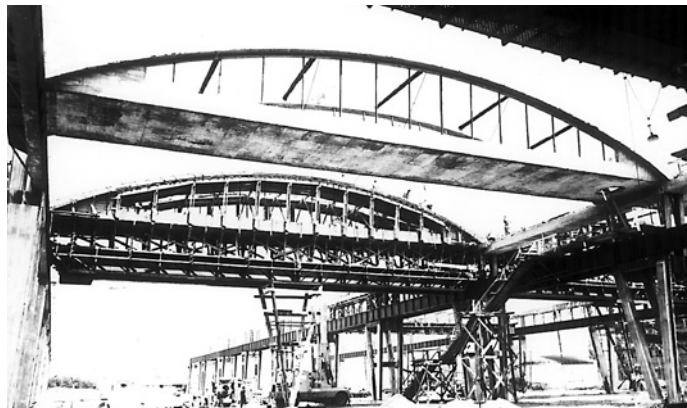
A korábbi, tapasztalati úton kialakított módszerek után a tudomány már a század elején feltárta a héjszerkezetek főbb számítási elveit, s a vasbeton elterjedésével megjelent az az anyag is, amely nemcsak nyomóerő felvételére alkalmas, mint a tég-

laboltozatok, hanem húzóerőnek és hajlításnak is ellenáll. Az elvi lehetőségek kutatása közben azonban rövidesen közismert lett, hogy a héjszerkezetek felhasználási lehetőségeit hátráltatják az épületszerkezeti kialakítások gyakorlati korlátai.

Székesfehérvári alumínium-öntöde és présmű csarnokai

E tanulmány a Székesfehérvári Könnyűfémű Öntöde és Présmű 1958-ban épült, a maguk korában igen jelentős, ma már hovatovább műszaki műemléknek tekinthető héjszerkezeteinek épületszerkezeti rekonstrukciót tekintti át.

A Dr. Menyhárd István által tervezett csarnokok kéthajósak, mindkét hajó daruzott, 28–28 méter fesztávolságú darukkal. Az oszlopok állástávolsága 15 méter. A lefedő szerkezet két irányban görbült felületű része kb. 30 méter fesztávú és



4

3,6 méter ívmagasságú körszelet alakú ívek között elhelyezkedő forgási hiperboloid alakú vasbeton héjból és a rövidebb szegélytartói mentén 1,5 méter hosszan csatlakozó úgynevezett átmeneti konoidhéjból áll. Az átmeneti konoid a vízvezetés és a merevség biztosítása céljából volt szükséges. A forgási hiperboloid alakú héjrész 6 cm, az átmeneti konoid pedig 7–14 cm vastagságú. A prémű 270 méter, az öntőde 120 méter hosszú csarnok.

Építéstechnológia

A csarnok előre elkészített darupályáit és daruhídjait a szerkezet állványzatának alátámasztására és mozgatására használták, a szoros értelemben vett héjat pedig acél rácsos szerkezettel ellátott nagytáblás zsaluzat alkalmazásával állították elő. A célszerű betonozási sorrend szerint először az új peremtartót betonozták, csak utána a héjat, így a terhek hordásában már a peremtartó is részt vehetett.

A hiperbolikus felület zsaluzását önhordó héjként működő zsaluzó elemek egymás mellé helyezése adta. Egy-egy héjfelület zsaluzása, vasszerelése, kötési ideje, valamint kiszaluzása átlagban egy hetet vett igénybe.

Épületszerkezeti kialakítás

A csarnokok eredetileg a héjszerkezet íves felületére a helyszínen felhordott 6 cm vastagságú perlitbetonnal voltak hőszigetelve.

A csapadékvíz elleni szigetelés aljzatát képező – a perlitbeton felső felületén – cementszórás simításban 4 méterenként páracsatornák készültek. Feladatuk a szerkezetbe építéskor bezárt, illetve az alacsony diffúziós ellenállású monolit vasbeton héjon a szerkezetbe vándorló nedvesség (pára) felmelegedéséből keletkező nyomás elosztatása, a szigetelés síkjának feszültségmentesítése. A csapadékvíz ellen 2 rétegű bitumenes lemezszigetelés készült.

Korábbi felújítások

Az 1970-es években készült a héjszerkezetek csapadékvíz elleni szigetelésének első felújítása. A hőszigetelést – a szorpció tulajdonságok szempontjából leghátrányosabb anyag – a perlitbeton alkotta, amely a felújítás során egy helytelenül megválasztott vízszigetelő rendszer hatására elnedvesedett. ALFOBIT-ot, alumínium hordozórétegű, két oldalán oxidált bitumennel bevont szigetelőlemezt alkalmaztak, a meglévő szigetelés elbontása nélkül. Az alacsony lágyuláspontú szigetelőanyag a héjszerkezet meredek (> 6%) felületszakaszain – esetenként több 10 centimétert is – megcsúszott. A szükséges felületi UV-fényvédelem nélkül felületükön az UV-sugárzásnak nem ellenálló oxidált bitumen teljes keresztmetszetén átrepedezett, hordozóanyagáról lepergett, vízhatlansága rövid idő alatt megszűnt.

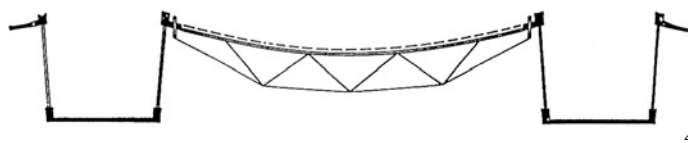
A felújítás előtti állapot

A 90-es évek elején elkezdett felújítások előtti vasbeton héjszerkezetek rétegrendje alulról felfelé a következő volt:

- 6 cm perlitbeton hőszigetelés, felső cementszórással simítva;
- 2 réteg bitumenes lemezszigetelés;
- 1 réteg utólag felhordott ALFOBIT lemez;
- utólag felhordott foltokban többféle szigetelőlemez, a teljes felület 20%-án.

Az ALFOBIT lemez diffúziós ellenállása a tető egyéb rétegeinél nagyságrendekkel nagyobb volt, a meglévő szerkezet páradiffúziós folyamatait lerontotta. A csarnok belső teréből kifelé haladó párákat visszatartotta, a megcsúszott szigetelés felhagyosodott, mert az eredetileg a szigetelés aljzatában elkészített gőznyomás-levezető csatornák a megnövekedett igénybevételnek már nem tudtak megfelelni.

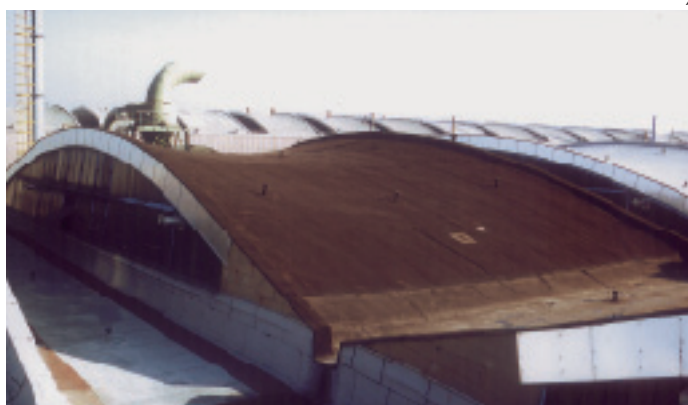
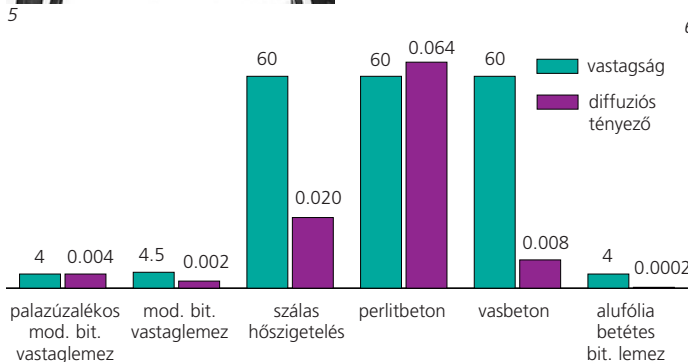
A vasbeton szerkezetű öntődeépület szerkezeteibe – főképpen a zárófödémekbe – az alsó felületén bevonat nélküli héjon át pára és klór diffundált.



4-5. Az építéstechnológia elvi ábrája és fotója: héjfelület zsaluzata két elkészült ívpár közé

6. A szerkezeti anyagok diffúziós tényezői

7-8. Egyrétegű modifikált bitumenes vastag lemezzel szigetelt héjfelület és részlete



A klór a párával sósavat alkotott, és szabad oxigén is felszabadult. A pára az éves periódus nagy részében feldúsult, illetve lecsapódott, és az egyre koncentrálnódó klórral egyre tömnyebb és nagyobb mennyiségű sósavat alkotott. Ez a vegyület a vasbeton acél armatúrájára és a betonra nézve is fokozottan korrozív környezetet jelentett, a hő- és páratechnikai problémák mellett már állékonysági kérdések is felvetődtek.

Az öntöde-épületszakasz esetén, ahol a funkciójából eredően a szerkezetre nézve káros gázok szabadultak fel, olyan térelhatárolást kellett kialakítani, mely az épület állékonyságát veszélyeztető folyamatokat megakadályozza. A megoldást egy olyan szerkezet jelenthette, melybe a klórgáz nem hatolhat be számottevő mértékben, de a már bent lévő klórszennyeződés távozni tud, és a szerkezet épületfizikai, páratechnikai szempontból is megfelelően működik.

A héjszerkezetek felújítása

A felújítás a 90-es évek elejére elodázhatatlanná vált a héjszerkezetek általános felületén, mind a beázások, mind a páradiffúziós folyamatok káros – esetenként már a szerkezet állékonyságát is veszélyeztető – folyamatai miatt. Az ALCOA-KÖFÉM Kft. Hengermű és Öntöde gyáregységek térfelédő hiperbolikus héjszerkezteinek átfogó felújítását 1993 elején kezdték meg. A felújítás terveit, és az előzőekben vázolt páratechnikai események felmérését a DC Kft. készítette és kivitelezte.

A vasbeton szerkezetek korrózióvédelme

A felismert korrozív folyamatok megállítására a felületkezelésnek olyan anyagszerkezeti tulajdonságokkal kellett bírnia, hogy a vízmolekuláknál 40-50%-kal nagyobb átmérőjű klórmolekulákat ne engedje a szerkezetbe. A felújítás során a mindössze 6 cm vastagságú vasbeton héj alsó felületét olyan bevonattal látták el, melynek alacsony páradiffúziós

ellenállása (< 6500) elősegíti a nedvességgel telt szerkezet időszakonkénti kiszáradását, és a páramérleget a jó irányba billenti. Amennyiben a vasbeton szerkezet nem repedésmentes, nagyon fontos, hogy az alsó felületi bevonóanyag a kialakult repedések tágasságát alapul véve repedésáthidaló legyen, mert a repedéseken a korrozív vegyületek átjuthatnak.

Hőszigetelés, a csapadékvíz elleni szigetelés aljzata

A felújítás során a meglévő hőszigetelő rétegek teljes mértékben bontásra kerültek. A perlitbeton réteg kisebb sűrűségeit és felületi egyenetlenségeit különleges adalékú javítóhabarccsal korrigálták, a szerkezeti vastagság növelése nélkül. Összefüggő, 1.00 m²-nél nagyobb károsodott szakaszokon és egyes teljes héjfelületeken – ahol a réteg minősége szigetelésaljazataként nem volt kielégítő minőségű, vagy ahol a szilárdságtani vizsgálatok szerint csökkenteni kellett a szerkezet terhelését – a perlitbeton teljes vastagságában elbontásra került. A bontás során ügyelni kellett arra, hogy a vasbeton héjszerkezet vésését elkerüljék, állagát ne veszélyeztessék.

A szigetelés aljzataként beépített szálas hőszigetelő üvegyapot 120-150 kg/m³ testsűrűségű, 60-80 mm vastagságú. A szálas anyagminőség kettős szerepet biztosít:

- hőszigetelő képessége jó irányba mozdította el a szerkezet igen gyenge hőszigetelési mutatóit, javítva ezzel az egész épület hőháztartását;
- a hőszigetelő réteg szálas anyagszerkezete lehetővé teszi a gőznyomás kiegyenlítését a nagyobb diffúziós ellenállású bitumenes vastag lemez alsó felületén, mely így teljes felületén leragasztható az aljzathoz. A hőszigetelés mechanikai rögzítése nem volt kivitelezhető, mert a vékony monolit vasbeton héjlemezt – szilárdságtani és páradiffúziós okokból – nem volt szabad megfúrni, ezért ragasztott eljárást alkalmaztak kétféle módon:



9. Alacsony lágyuláspontú ragasztóval rögzített hőszigetelő táblák: a szigetelés felületén esésirányú ráncok



10. A hőszigetelő táblákat forrólevegős hegesztéssel rögzített APP modifikált bitumenes lemez sávokkal erősítették meg

- A kivitelezés első szakaszában a két irányban görbült felületen bitumenes ragasztót használtak a hőszigetelő táblák rögzítésére. Ennek minősége – mint az évekkel később, napjainkban láthatóvá vált – nem volt megfelelő. A hő hatására az alacsony lágyuláspontú ragasztóanyag megfolyt, a szigetelés aljzatát képező szálas hőszigetelő táblák elmozdultak, a csapadékvíz elleni szigetelésen esésirányú ráncok alakultak ki.

- A felújítás későbbi fázisában a hőszigetelés megfogására az üvegyapot táblák csatlakozásai mentén, raszterban, forrólevegős hegesztéssel rögzített APP modifikált bitumenes vastag lemez sávokat alkalmaztak. A lemez – az APP modifikációjú bitumeneset jellemző – magas lágyuláspontja (150 °C) és a meredekebb felületeken is kiváló tapadóképesége megakadályozza, hogy a napsugárzás hatására a bitumen megfolyjon és a hőszigetelő táblák elmozduljanak.

Csapadékvíz elleni védelem

A nagy diffúziós ellenállású ALFOBIT csapadékvíz-szigetelés eltávolítása után a tető nagyságrendekkel alacsonyabb páradiffúziós ellenállású polimerbitumenes szigetelést kapott. Csapadékvíz elleni szigetelésként kétrétegű modifikált bitumenes vastag lemez szigetelést terveztek, teljes felületén lángolvasztással rögzítve. Az alsó réteg 4 mm vastag APP modifikált bitumenes lemezből készült. Rögzítésénél ügyelni kellett arra, hogy a láng a szigetelés aljzatát képező üvegyapotot ne érje, mert a szálakat rögzítő műgyanta 250 °C hőmérséklet felett kiizzik, s a szálak 500 °C felett károsodnak.

(1993-ban kasírozott üvegyapot termék Magyarországon nem volt forgalomban.) A lángolvasztást a tekercs felületén kellett elvégezni, mert csak így lehetett a hőszigetelést a káros hőmérséklettel megvédeni. Az 1993. évi felújítás során anyagi megfontolásból a beruházó a csapadékvíz elleni szigetelésnek csak az alsó, fényvédelem nélküli 4 mm vastag APP modifikált bitumenes vastag lemezét készítette el a kivitelezővel. Az azóta eltelt hat év alatt – az APP modifikációjú bitumenes lemezszigetelések kiemagasló UV-állósága következtében – a szigetelés vízhatlansága nem sérült. A csapadékvíz elleni védelem második – záró – rétege a közelmúltban készült el 4,5 mm vastagságú palazualékos APP modifikált bitumenes vastag lemezből.

Összefoglalás

A bemutatott példa is mintájául szolgál a gondolatnak, hogy az épületszerkezetek az épület alkotóelemeinek komplex együttese, amelyek a környezettel és a berendezéssel együtt összefüggő egészet, a funkció igényelte épületet alkotják. A vasbeton héjak építése korunkban a helyszíni munka költségének emelkedése miatt háttérbe szorult. Számos szerkezet van azonban az országban, amelyek térelhatárolása nem felel meg a korszerű épületfizikai követelményeknek, és rövidesen új, esetleg tartósan emberi tartózkodásra szánt tereket kívánunk bennük kialakítani. Megoldást az anyagok fejlődése adhat, egyre újabb és tökéletesebb épületszerkezeteket eredményezve.

Reisch Richárd