

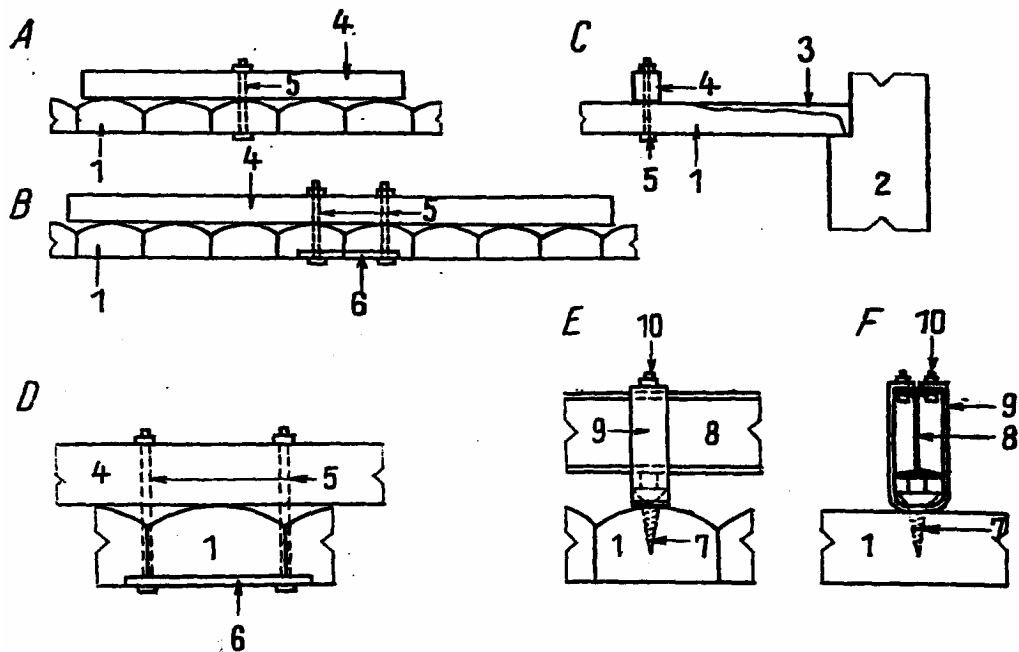
Födémszerkezetek megerősítése

FÖDÉMEK MEGERŐSÍTÉSE

FASZERKEZETŰ TARTÓK

CSAPOS GERENDAFÖDÉM

A csapos gerendafödémek károsodása a falazatra felfekvő végek bütüinek és az 50..120 cm hosszra kiterjedő felső felület elkorhadásából áll. Általában a külső falnál (eresz) nagyobb a károsodás. Ritkábban a gerendák közepe táján is előfordul a felső felület korhadása, ami hosszabb időtartamú beázásra enged következtetni.



36. ábra Csapos gerendafödém megerősítése

A, B keresztmetszetek; C hosszmetset a felfekvésnél; D alternatív keresztmetszet; E, F igényesebb födém megerősítése (kereszt- és hosszmetset)

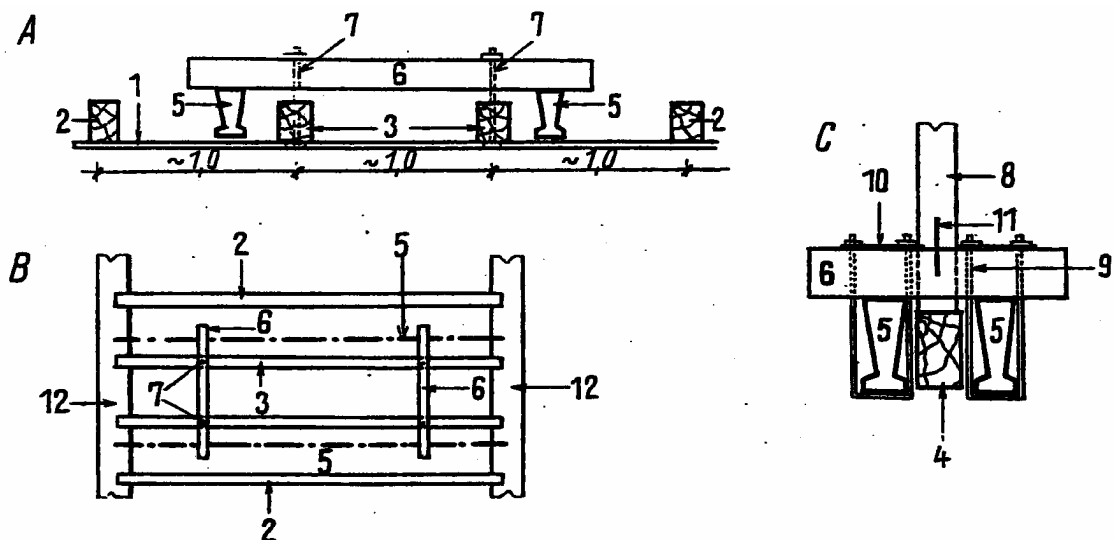
1 csapos gerenda; 2 fal; 3 korhadt részek; 4 kiváltógerenda; 5 felkötőcsavar; 6 összekötő alátét acéllemez; 7 tirefond csavar; 8 kiváltó acélgerenda; 9 felkötő acéllemez kengyel; 10 rögzítő anyáscsavar

A, B, C, D ábrarészletek szerinti megoldást akkor alkalmazzák, ha csak néhány gerenda gyengült meg oly méretekben, hogy kiváltásuk szükségessé vált. A munka a födém alatti helyiség használóit kismértékben zavarja. A mennyezetvakolatot helyre kell állítani. Ha a gerendák nagy része meghibásodott, a födémeket ajánlatos kicserélni.

Az E és F ábrarészletek igényesebb födém (amelynek alsó felületén értékesebb fa burkolat, művészi festés vagy gipszdíszítés van) helyreállítását, egyes meghibásodott gerendák kiváltását mutatja. A kiváltás acélgerendával vagy fával készülhet. A trefond csavart a vasútépítésnél a sínek leerősítésére használják. Négyzetletes fejű és kézi erővel a csapos gerendába a csavarmenetes rész mélyen behajtható anélkül, hogy a födém alsó részét érintené. Az éles és széles csavarmenetek nagy nyíró, ill. húzóerő felvételére alkalmasak. A falkötőkengyel széles szalagacél, amelynek közepén kiképzett lyukon a csavar behajtható. A kengyel felső szárát az acélgerenda felső övlemezére ráhajtják, és ott csavarral vagy belőtt szeggel rögzítik.

BORÍTOTT GERENDAFÖDÉM

A 37. ábra megerősítési módokat mutat, amelyeket a gerendák besűrítésével (fa, előregyártott vasbeton, ritkán acélgerenda) készítenek. A közbeiktatott gerendákra fektetett, általában fa kiváltógerendára csavarral függesztik fel a károsodott fagerendákat (l. az A és B részletet). Az oszlop- vagy dúcterhelésnek kitett és túlterhelt fagerendákat a C részlet szerint váltják ki.



37. ábra Borított gerenda födém kiváltásai

A keresztmetszet;

B az elrendezés alaprajza;

C a padlástéri födém kiváltása a főszaruállásnál

1 alsó deszkázás és vakolat; **2** ép borított gerenda; **3** kiváltandó gerenda; **4** főszaruállás alatti oszloptartó gerenda; **5** előregyártott vasbeton gerenda; **6** kiváltógerenda; **7** felkötőcsavar; **8** székállás oszlopa; **9** fejkötőkengyel; **10** alátét acéllemez; **11** ácskapocs; **12** főfal

A fagerendák átfűrése az alsó helyiségben munkavégzéssel jár, a mennyezetvakolatot helyre kell állítani. A borított fagerendás födémek között aligha van olyan, amely mennyezetének igényesebb kiképzése miatt megkövetelné a költségesebb megoldást. A lakók kímélése és a helyreállítási költség csökkentése érdekében a kiváltandó fagerendát magasságának közepe táján, vízszintes helyzetű, átmenő, géppel végezhető lyukfűréssel és ott elhelyezett felkötőkengyelekkel lehet a kiváltógerendához függeszteni.

TERMÉSKŐ- ÉS TÉGLASZERKEZETEK BOLTÍVEK

A falazatot kiváltó terméskő vagy téglaboltívek általában nem hibásodnak meg, mert mint nyomott és nem nagy kihajlási hosszal számítható szerkezeteknek nagy erőtartaléka van. A ritkábban előforduló meghibásodásokat és helyreállításukat mégis célszerű megemlíteni, néhány esetet felsorolva.

Az ívmagasság nélküli, ún. magyar boltív fesztávja 1..1,5 m-nél nagyobb volt. A felfekvés hajlásszöge a függőlegeshez közel esett, a téglák fekvése is hasonló. A habarcs gyenge és vastag volt. A zárókövet (téglát) nem szorították be.

A kijavítás módja: több hézagba vaslemez ékeket kell beverni és a hézagokat cementhabarccsal be kell kenni.

A boltívet a felfekvés közelében nagyobb koncentrált terhelés (nagyobb terhelésű gerenda felfekvése) éri, a boltozat feletti teherelosztó fal nem elég magas vagy nincs. *A kijavítás módja:* kisebb süllyedésnél, mint előbb, nagyobbánál a boltív lebontása és újrakészítése vagy a boltozat feletti falban a nyílás terjedelmében acél vagy vasbeton kiváltógerenda készítése.

A boltívet tartó egyik vagy mindkét falvég, kisebb hosszúságú pillér vagy/és a felette levő terhelés kicsi. A boltív vízszintes irányú erőhatásához mérten a függőleges terhelés kicsi. Az erők eredője az alátámasztó rövid falszakaszon nagyobb mértékű külponos terhelést okoz, amely a boltívet elmozdítja.

A helyreállítás módja: vonóvas beépítése és feszítőcsavarral való meghúzása, esetleg a rövid falszakasz megtoldása, támpillérrel való kiegészítése.

BOLTOZOTT FÖDÉMEK

A tömör és lyukas téglákkal boltozott födémek kisebb hibáit, megnyílt hézagait azok kikaparásával és cementhabarccsal való kiöntésével végzik. A boltozás munkaigényes, a dolgozók e munkavégzésben nem gyakorlottak, ezért célszerű a hiányosságokat, nagyobb lyukakat betonnal kitölteni. A betont a legtöbb esetben az ép boltozatba felfüggesztett zsaluzat tartja. A téglához hasonló térfogatsúly miatt a betonhoz téglatörmelékkel adagolnak. A boltozat 1 m²-nél nagyobb pótlásánál a különböző anyagok zsugorodáskülönbsége már számottevő lehet.

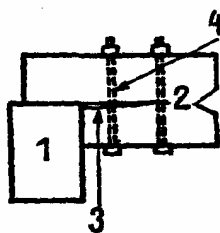
A helyreállítást célszerű téglaboltozással vagy hajlítást felvevő monolit vasbeton lemezzel készíteni. A hiánypótló boltozást a gyakorlat hiányában valószínűleg nem szabad kézből falazva, hanem majd zsaluzatra rakva készítik. A hajlítást felvevő lemezek a boltozat ép részére fekszenek fel. A zsugorodáskülönbség csak hajszálrepedéseket okoz, de süllyedés nem következik be.

MEGERŐSÍTÉS ÉS ÁTALAKÍTÁS

A nyíróerők okozta károsodás jellegzetes példáját a 38. ábra mutatja. A kialakítás módja erőtani tervezés szerint sem felel meg, a tartó berepedése várható volt, kivéve, ha a mestergerendára felfekvő rész önmagában is elégséges lett volna a nyíró- (csúsztató-) erő felvételére. A megerősítést, az elrepedt részek összekapcsolását a nyíróerőt felvevő összekötő csavarokkal lehet elvégezni.

38. ábra Fagerendák megerősítése

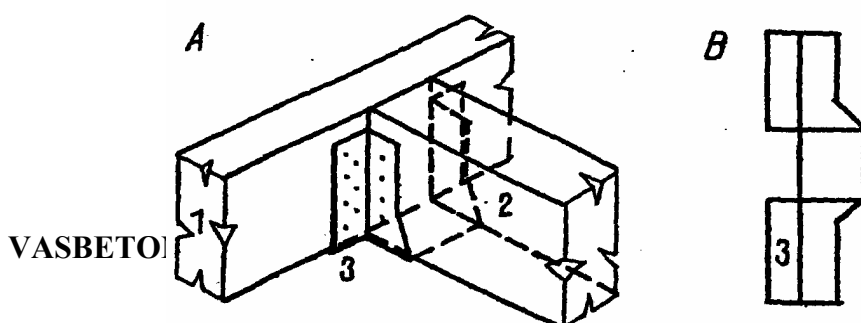
- 1 kiváltó- (mester-) gerenda;
- 2 a megerősített (fiók-) gerenda;
- 3 berepedés;
- 4 átkötő anyáscsavarok



Keskeny gerendákból, élére állított pallókból készült, de a merevítő fiókgerendáktól, felső deszkaborításától megfosztott gerendák nyomott övét kihajlás ellen gyakran merevíteni kell. Az eset általában technológiai felszerelés, nagyobb csövek elhelyezése, aknák létesítése vagy a födémek csupán felső térelhatárolásra való átalakítása miatt fordul elő. A lehetőség szerint a merevítettséget húzást-nyomást felvevő új fiókgerendákkal vagy haránt irányú, függőleges helyzetű deszka andráskeresztekkel állítják helyre. A munkálat átalakításnak is tekinthető. A 39. ábra A részlete egy - mint a több élőmunkát kiküszöbölő - megoldást mutat be, amely nyílások körülhatárolásakor, gerendák kiváltásakor is használható.

39. ábra. Fagerendák átalakítás jellegű megerősítése

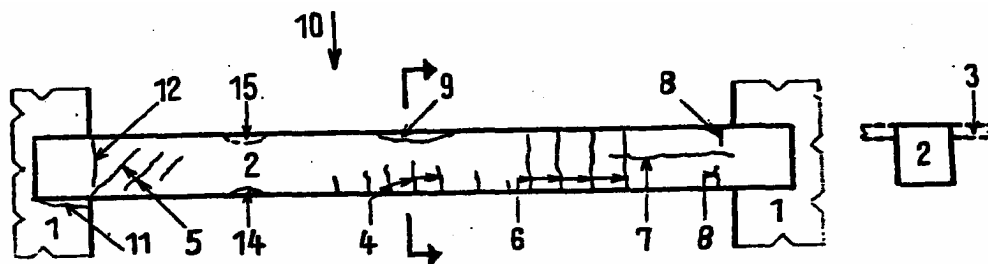
- A az acéllemez fészek elhelyezése;
- B a fészek kiterített lemeze
- 1 kiváltó- (mester-) gerenda;
- 2 a megerősített (fiók-) gerenda;
- 3 a gerendát tartó fészek



Az erőtani méretezés, szerkesztés hibáiból a szerkezet meghibásodása, a törés a következő okok miatt következhet be (ill. átalakításnál a terhelés növekedése miatt előfordulásukat meg kell akadályozni):

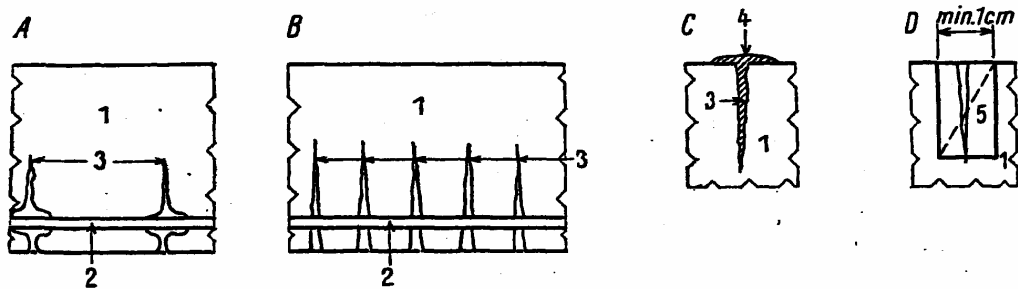
- hajlításból eredő betontörés, ill. acélbetét megnyúlás, szakadás a nagy nyomtérk miatt;
- nyírás törés a nagy reakció- (felfekvési) erők miatt;
- nagy csavarásból eredő nyírás törés;
- az acélbetétek kellő lehorgonyzásának hiánya, a betétek megcsúszása;
- a keskeny tartó kifordulása, stabilitásvesztése

Ezen kívül és önmagukban az anyag és a kivitelezési hibák is a szerkezet meghibásodását, törését okozzák.



40. ábra Vasbeton kéttámaszú gerenda jellegzetes repedései

1 fal; 2 gerenda; 3 esetleges fejlemez; 4 hajlítási repedés; 5 nyírás repedés; 6 kengyelezési hibára utaló repedés; 7 munkahézag, csavarás vagy zsugorodási repedés; 8 vasaláshiány miatti esetleges repedések; 9 betonmorzsolódás; 10 terhelés iránya; 11 felfekvés károsodása; 12 gerendaelnyíródás; 14, 15 helytelenül beépített előregyártott gerenda miatti repedések



41. ábra A vasbeton repedései

A sima felületű vasbetétnél;

B periodikus profilú vasbetétnél;

C cementhabarccsal végzett hibás javítás;

D helyes javítás

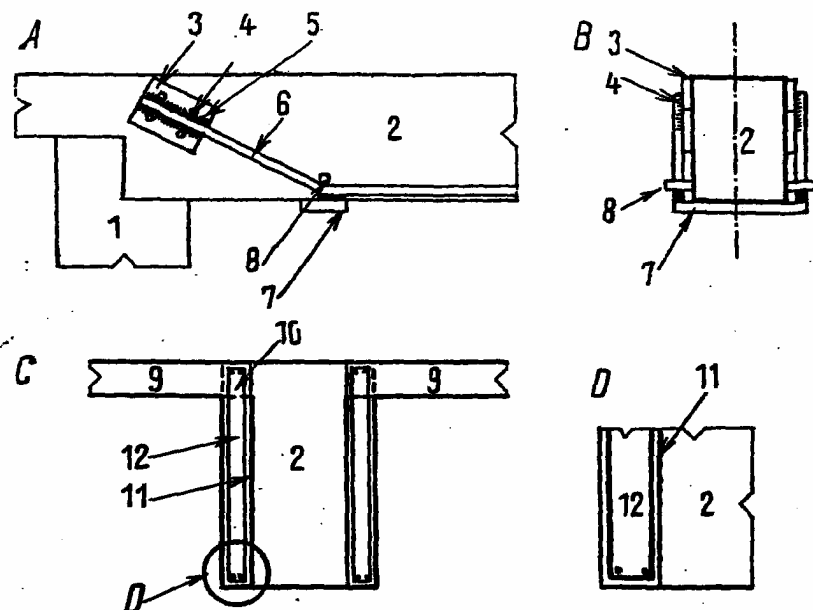
1 vasbeton; 2 húzott betonacél; 3 repedés; 4 cementhabarcs; 5 műanyag (epoxigyanta)

42. ábra Hajlított tartó megerősítése

A, B feszítő acélrúddal
(nézet és keresztmetszet);

C, D fejlemezés gerenda
szélesítése

(keresztmetszet-részlet)



1 fal; 2 tartógerenda; 3 acéllemez alátét; 4 befűrt csavarok; 5 acélrúd felhegesztése; 6 acélrúd;

7 rögzítőrúd; 8 csap (tüske); 9 vasbeton fejlemez; 10 átvésett fejlemez; 11 érdesített gerendafelület; 12 mellébetonozás betonacél-szereléssel.

Az A és B részleten a tehermentesített, aládúcolt gerenda két oldalán 1-1 acélrudat építenek be, amelyek megfeszítve nemcsak a húzott acélbetétek mennyiségét növelik, hanem a felső övben némi húzást előidézve a nyomófeszültségeket csökkentik. Az acélrúd ferde vetületében nyírási igénybevétel felvételére is alkalmas. Az acélrúd ellenmenetes feszítőcsavarját az ábrák nem tüntetik fel.

A 42. ábra C és D részletei fejlemezés gerenda szélesítését mutatják. A munkát az előbbiekhöz mérten, hagyományosabb módon lehet végrehajtani. A gerenda tehermentesítése, oldalainak felérdesítése és a lemez kb. 25..40 cm hosszú szakaszos átvésése, a szélesítések beszerelése után a betonozás elkészíthető. Az oldalak felérdesítése helyett az együttdolgozás belőtt szegekkel is elérhető. Az át nem vésett szakaszok alatti kibetonozás felső hézagmentességét csak megfelelő konzisztenciájú anyaggal, a zsebes zsaluzathoz hasonló magasított betontölcsérrel és vibrálással lehet biztosítani. A kengyelek ezen a szakaszon csak a lemez aljáig érnek.

VASBETON LEMEZEK

Az egyirányban teherviselő vasbeton lemezek jellegzetes repedései a gerendáéhoz hasonlóak.

A lemezek megerősítésére a támaszköz csökkentésével közbelső alátámasztást, felfüggesztést vagy a lemez vastagítását alkalmazzák. Az acél- vagy előregyártott vasbeton gerenda alátámasztás esetén felül létrejövő rendszertelen repedések miatt célszerű a lemezt felülről, a vastagság feléig terjedő mértékben bevágni. Az eredeti mező közepén ugyanis felső vasalás nincs, és így az alátámasztás feletti nyomatókfelvétel nem alakulhat ki. A lemez feletti monolit gerenda kialakítását a 43. ábrán ismertetett módon lehet elvégezni.

A lemez vastagítását a felső felület megtisztításával, kis vastagság esetén lövellt betonnal, nagyobb vastagságnál felbetonozással lehet elérni. A régi és az új beton közötti kapcsolatot a terhelés okozta súrlódás alakítja ki, amelyet a feltételezetten hiányos technológiai figyelem miatt helyenként átmenő, vasalt betondugókkal vagy belőtt szegekkel lehet fokozni. A nyíróhatásnak megfelelően a jobb kapcsolat igénye a támaszok közelében van. A felbetonozás a támaszvonali nyomatókknál a teherhordó tulajdonságot a betétezés változatlan helyzete miatt nem növeli.

43. ábra Felül bordás födém megerősítése

A nézet; B metszet (nagyobb léptékben)

1 fal; 2 vasbeton borda;

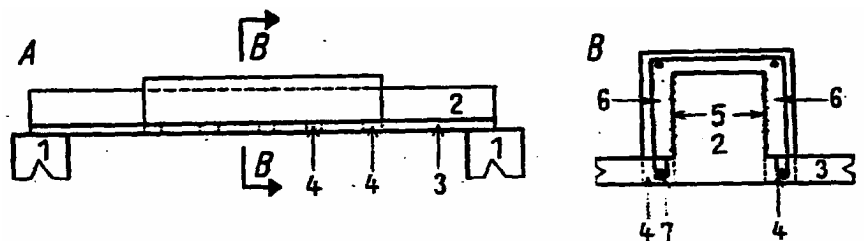
3 lemez;

4 szakaszos átvésés;

5 felületérdesítés;

6 bordaszélesítés és magasítás;

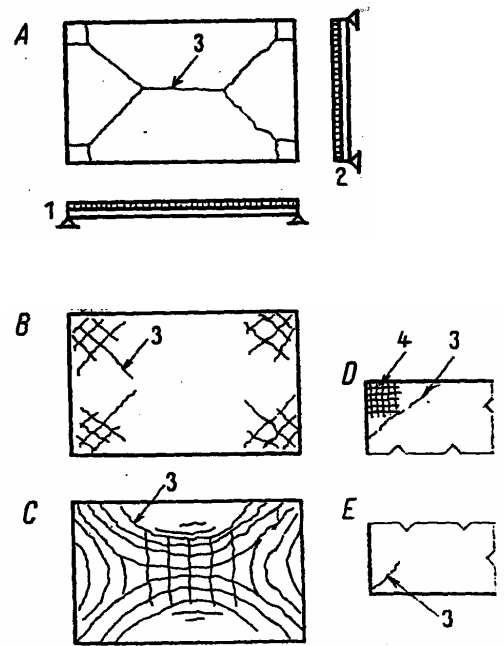
7 esetleges alsó húzott betét



A kétmezőjű, kétirányban teherviselő lemez felső és alsó felületeinek repedéseit (44. ábra) lövellt betonnal, esetleg a felső réteg vastagításával, a mezők sarkainak felső pótvasalásával lehet helyreállítani.

44. ábra Egymezőjű, két irányban teherhordó lemez repedései

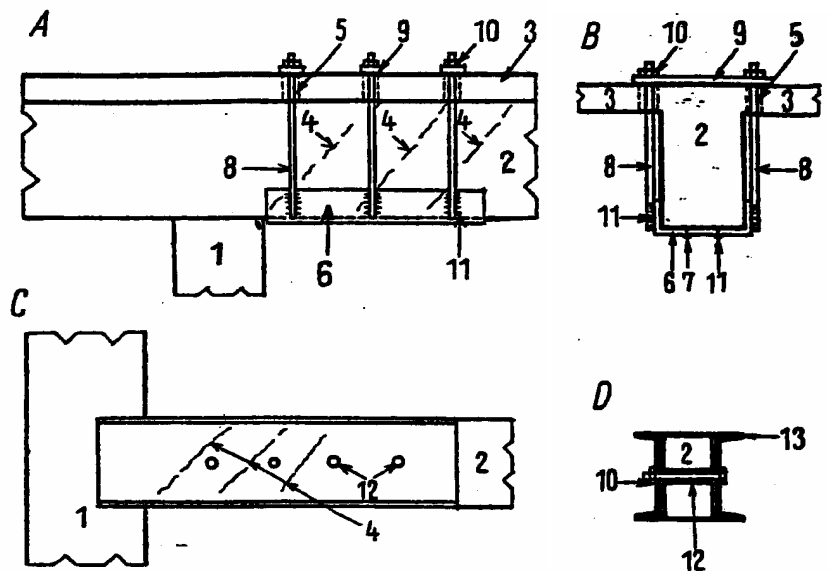
- A elméleti törésvonalak;
- B repedések a felső;
- C az alsó felületen;
- D elégtelen felső vasalás miatt a felső felületen keletkezett repedés;
- E mint előbb, az alsó felületen (alaprajzok)



1, 2 terhelési modell; 3 repedések; 4 betonacél háló a felső sarkokban

45. ábra. Nyírási repedések helyreállítása

A, B betonacél-idomacél pótkengyelekkel (nézet és metszet)



1 fal; 2 gerenda; 3 fejlemez; 4 nyírási repedés; 5 lyukvésés; 6 L acél; 7 összekötő lemez; 8 rúdacél; 9 felső átkötőlemez; 10 csavaranya; 11 hegesztés; 12 átkötőcsavar; 13 U acélgerenda

A 45. ábra nyírási repedések helyreállítását, ill. a nyíróerők felvételének kiegészítését mutatja. Az A, B részleten a rúdacélok a kengyelek függőleges szarait pótolják. Az alsó hegesztési hossz növelése érdekében egyenlőtlen szárú L acélokat alkalmaznak. A felső csavarok meghúzásával a rúdacélok függőleges irányban a gerendához szoríthatók. Korrózió ellen az acélszerelvényt lövellt betonnal célszerű burkolni.

A C, D részlet a vasbeton gerendák haránt irányú gépi erővel végzett átfűrésével jár. Az anyagigényes munka nemcsak a nyíróerők teljes felvételét, hanem a felfekvés szélesítését, a falazat morzsolódásának megakadályozását is megoldja. A kapcsolat kiképzése erőátadásra alkalmas, de a régi és új szerkezet közötti együttműködés nem tételezhető fel. A méretezés során úgy kell számolni, hogy a régi beton a nyíróerők felvételében nem vesz részt.

A csavarási nyomatékból származó repedéseket a gerenda külső sarkainál elhelyezett pót hosszbetétekkel, azok kellő átfogású kengyelezésével és lövellt betonburkolással lehet helyreállítani.

A régebben megvalósított törtvonalú gerendáknál a homorú betéteket nem kengyelezték fel a nyomott betonövhöz (l. még a keretek helyreállítását). A helyreállítást vasalt és hozzákapcsolt mellébetonozással vagy a 45. ábra A részlete szerint lehet elvégezni.

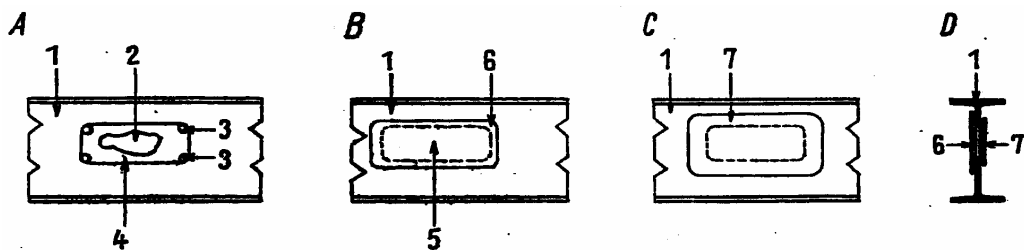
VAS- (ACÉL-) GERENDÁK MEGERŐSÍTÉSE

A bontásból maradt gerendákon háborús károk, meghibásodások, épületszerkezeti vagy technológiai szerelés miatt folytonossági hiányok, alakváltozások fordulhatnak elő.

A gerendák gyártási idejét előzetesen ajánlatos megállapítani. A múlt évszázadban hengerelt gerendák anyaga általában kovácsoltvas, amelynek kis széntartalma van. A hegeszthetőség, alakíthatóság lehetőségéről előzetes próbákkal célszerű meggyőződni. A jelenleg elbontásra kerülő épület építési ideje a kibontott gerendák koráról, ill. anyagáról tájékoztat, bár az sem kizárt, hogy ahhoz még régebben gyártott gerendákat használtak fel. A raktárról beszerzett gerendákról szemrevételezéssel a kor, ill. anyagfajta nem állapítható meg.

A gerendák jellegzetes helyreállítási módja a hiányosság helyétől függ.

A gerinclemez folytonossági hiányát a 46. ábra szerint célszerű kijavítani. A sérülés körül egy nagyobb részt eltávolítanak úgy, hogy a sarkokat előzetesen kifűrjék, a közbenső határoló vonal mentén pedig lángvágót használnak. Az éles sarkokat, berepedésre hajlamos helyek képzését kerülni kell. A gerinc vastagságában esetleg elhelyezett betétlemezt csak ponthegeztésekkel rögzítik, mert a folyamatos hegesztés belső feszültséget okozhat. Az erőátadás a felhegesztett foltokon keresztül megy végbe.



46. ábra. Acélgerenda gerinclemezének javítása

A a lyuk kiszélesítése;

B és C a folt felhegesztése mindkét oldalon (nézetek);

D metszet

1 I acélgerenda; 2 sérülés (lyuk); 3 előfűrt lyukak; 4 lángvágással eltávolított rész; 5 esetleges betét; 6 foltok felhegesztése

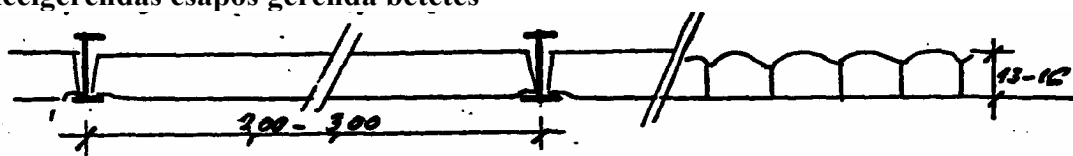
ACÉLSZERKEZETŰ FÖDÉMEK

Ezen mű terjedelméből adódóan a tiszta acélszerkezetek átalakítását sokfélesége és speciális tervezési munkái miatt nem tárgyaljuk.

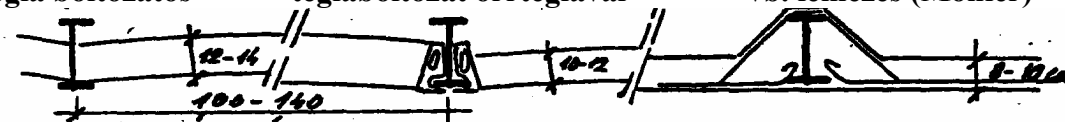
Az acélgerendás födémekre szorítkozunk tárgyalásunk során, mint nagyon gyakori szerkezetre. Az 1930. előtt még forgalomban levő régi acélgerendák adatait a fejezet végén található táblázatok tartalmazzák.

A 47. ábra a födém típusokat, a 48. ábra a megerősítési lehetőségeket mutatja.

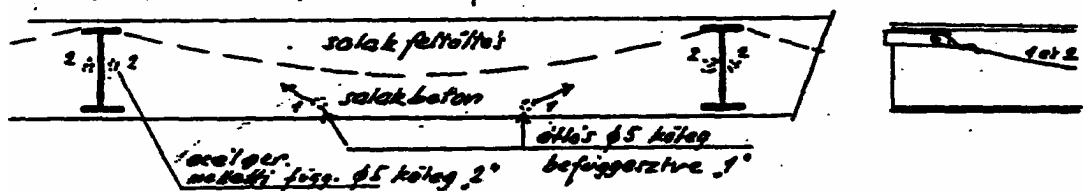
a. Acélgerendás csapos gerenda betétes



b.) téglaboltozatos téglaboltozat orrtéglával vb. lemezes (Monier)



c.) Mátrai-féle salakbeton födém

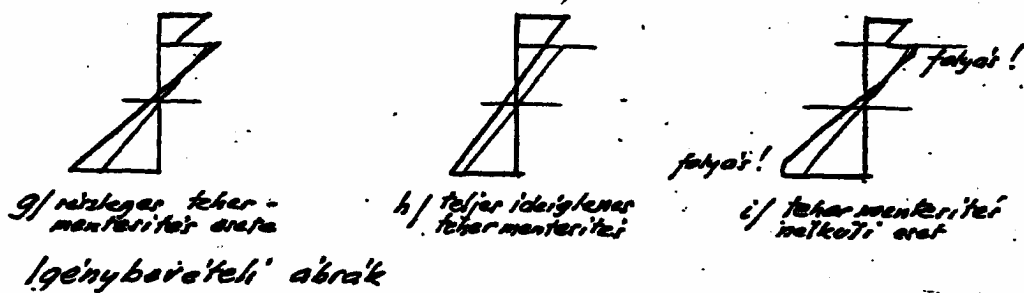
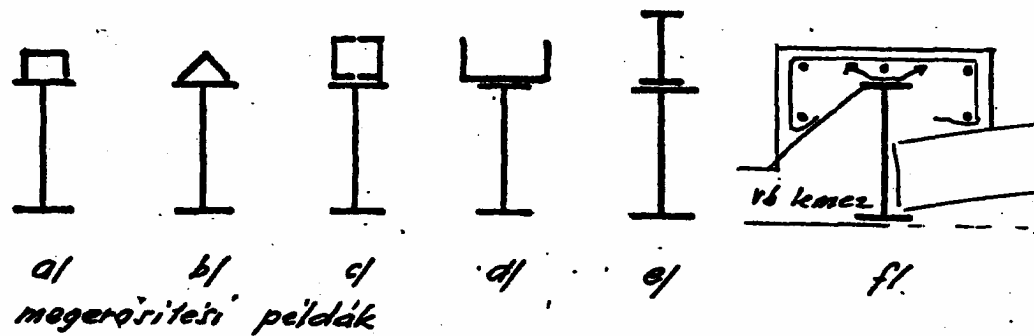


47. ábra

A megerősítést bemutató 47. ábrásor mutatja a szokásos megoldásokat. A 48/e a leggazdaságtalanabb a két I tartó egyik öve a semleges tengelyben van, a végleges magasság nagy. A megerősítés legalább részleges tehermentesítést igényel, mert különben az eredeti kihasznált szerkezetben folyási igénybevétel lép fel, amit üzemi állapotban nem tűrhetünk. A kiegészítést helyszíni varrattal kell beépíteni.

Régi, szennyezett rozsdamaradványos felületen csak III. oszt. varrattal érdemes számolnunk. A 48/f ábra szerinti vasbeton fej hibája, hogy nagy önsúlyt jelent, s a nyíróerőt átadó bajusz vasakat itt is fel kell hegeszteni.

Ha a tartó nyomott öve megtámasztott, akkor az **a**, **b** típusú erősítés, nem kellően megtámasztott nyomot övnél, pl. egyszerű boltozott mezőknél **a**, **d** típusú megerősítés ajánlható. Jó eredményt csak teljes tehermentesítéssel lehet elérni. Általában a tartómagasság-növelésnek korlátot szab a födémvastagság, amelynek megváltoztatása sok problémát okoz, hogy csak egyet, a lépcsőcsatlakozást említsük. A nyomott öv erőteljes megerősítése azért költséges, mert csak ezzel tudjuk a semleges tengelyt emelni, s ezzel a változatlan húzott öv hatékonyságát növelni.



48. ábra

Példánkban legyen a fesztávolság 5,0 m, az eredeti födém 2,0 m-ként I acélgerenda, közötté 8 cm vastag vasbeton lemez, felette törmelékfeltöltés, fapadlóval. Aljzatbetonon mettlachi burkolat fog készülni, sűrű válaszfalakkal, WC, mosdó-csoport részére. A válaszfal-teher $3,0 \text{ kN/m}^2$, a nagy emeletmagasság és a válaszfalak sűrűsége miatt.

A földem eredeti terhelése:

| | Régi méretezésnél [kg/m ²] | Új méretezésnél kg/m ² | |
|---|--|-----------------------------------|------|
| fapadló | 35,00 | 1,1 x 0,35 = | 0,39 |
| 25 cm felt. (□=1400 kg/m ³) | 350,00 | 1,1 x 3,5 = | 3,85 |
| 10 cm vb (□=2400 kg/m ³) | 240,00 | 1,1 x 2,4 = | 2,64 |
| acélgerenda | 50,00 | 1,1 x 44,6 x 0,785 = | 0,39 |
| mennyezetvakolat | 35,00 | 1,1 x 0,35 = | 0,39 |
| □ | 710,00 | | 7,66 |
| esetleges teher | 250,00 | 1,4 x 1,5 = | 2,10 |
| □ | 960,00 | | 9,76 |

$$M = \frac{960 \cdot 5,0^2}{8} = 3000 \cdot \text{kgm}, \quad 1909\text{-ben } \square_{\text{meg}} = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Figyelembe kell venni azt is, hogy ezeknek a régi I és U gerendák acélananyagának folyási határa 220 N/mm² volt. Tehát a jelenlegi érvényes igénybevételt 220/240 redukciós tényezővel kell számítani.

$$K_{\text{szüks}} = \frac{3000000}{1000} = 300 \cdot \text{cm}^3 \quad \mathbf{I22} \quad (312,2 \text{ cm}^3)$$

$$I_x = 3434 \cdot \text{cm}^4 \quad F = 44,55 \cdot \text{cm}^2 \quad b_{\text{talp}} = 102 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_H = 200,0 \cdot \frac{220,0}{240,0} \cdot 0,9(\text{avulás}) = 165 \cdot \text{N/mm}^2$$

Az új terhelés:

| | | | |
|--------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| 10 cm aljzat és burkolat | 0,10 x 22 = | 2,20 kN/m ² | |
| 20 cm perlit bitumenes | 0,20 x 10 = | 2,00 kN/m ² | |
| 10 cm vb | 0,10 x 24 = | 2,40 kN/m ² | |
| acélgerenda erősítéssel | | 0,40 kN/m ² | |
| mennyezetvakolat | | 0,35 kN/m ² | |
| válaszfalak | | 3,00 kN/m ² | |
| | | 10,35 kN/m ² x 1,1 = | 11,39 kN/m ² |
| esetleges teher | 1,4 x 1,5 = | | 2,10 kN/m ² |
| □ | | | 13,49 kN/m ² |

$$M = \frac{13,49 \cdot 5,25^2}{8} = 46,48 \cdot \text{kNm}$$

$$W_{\text{szüks}} = \frac{46,48 \cdot 10^2}{165} = 281680 \text{mm}^3 = 281,7 \cdot \text{cm}^3$$

megfelel az **I22**, mert az új szabványok nagyobb igénybevételt engednek meg.

Másik változat szerint zuhanyzócsoport készül üzemi vízszigeteléssel, törmelék feltöltés marad, válaszfalteher a 4,0 m belmagasság miatt 4,0 kN/m².

| | | | |
|--------------------------|-------------|------------------------------------|----------------------------|
| burkolat és aljzatbeton | 0,08 x 22 = | 1,76 kN/m ² | |
| üzemi vízszigetelés | | 0,24 kN/m ² | |
| 8 cm aljzatbeton | | 1,76 kN/m ² | |
| átl. 15 cm törmelékfelt. | 0,15 x 16 = | 2,40 kN/m ² | |
| átl. 10 cm vasbeton | 0,10 x 24 = | 2,40 kN/m ² | |
| mennyezetvakolat | | 0,30 kN/m ² | |
| válaszfalteher | | 4,00 kN/m ² | |
| | | 12,86 kN/m ² x 1,1 = | 14,15 kN/m ² |
| esetleges teher | 1,4 x 1,5 = | | 2,10 kN/m ² |
| □ | | | 16,25 kN/m ² |

$$M = \frac{16,25 \cdot 5,25^2}{8} = 55,99 \cdot \text{kNm}, \quad w = \frac{55,99 \cdot 10^6}{165} = 339,3 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

Meg kell erősíteni. A megerősítés felülre **U80/45** fektetve felhegesztve, részleges tehermentesítés a megerősítés alatt. Így

$$\Sigma F = 4455 + 1100 = 5555 \cdot \text{mm}^2, \quad e_{U80} = 1,45 \cdot \text{cm}, \quad h = 220 + 45 = 265 \cdot \text{mm}.$$

A súlypont helyzete:

$$[1100 \cdot (220 + 45 - 14,5) + (4455 \cdot 110)] = 765600 \cdot \text{mm}^3$$

$$y = \frac{765600}{5555} = 137,8 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta s_T = 137,8 - 110 = 27,8 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta s_U = 265 - 14,5 - 137,8 = 112,7 \cdot \text{mm}$$

$$\begin{aligned} I &= I_{220} &&= 3434,0 \times 10^4 \\ \text{Súlyponteltolódás miatt} &4455 \times 27,8^2 &&= 344,3 \times 10^4 \\ I_{y \text{ U80}} &&&= 19,4 \times 10^4 \\ \text{Súlyponteltolódás miatt} &1100 \times 112,7^2 &= &1397,1 \times 10^4 \\ S &&&= 5194,8 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W_{\text{húzott}} = \frac{5194,8 \cdot 10^4}{137,8} = 37,70 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$W_{\text{nyomott}} = \frac{5194,8 \cdot 10^4}{127,2} = 40,84 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad (265 - 137,8 = 127,2)$$

Ezekből az adatokból már kiszámíthatók a szélső szálakban ébredő igénybevételek. A helyszíni összeépítés miatt alkalmazhatunk további 0,9 csökkentő szorzót, s így

$$\sigma_H = 165 \cdot 0,9 = 148,5 \cdot \text{N} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_{\text{húzott}} = \frac{55,99 \cdot 10^6}{37,70 \cdot 10^4} = 148,5 \cdot \text{N} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_{\text{nyomott}} = \frac{55,99 \cdot 10^6}{40,84 \cdot 10^4} = 137,1 \cdot \text{N} / \text{mm}^2$$

Mivel nincs teljes tehermentesítés, egy közbenső állapot befolyásolja az igénybevételek eloszlását.

Közbenső terhelés:

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| átl. 15 cm törmelékfeltöltés | 2,40 kN/m ² |
| átl. 10 cm vasbeton | 2,40 kN/m ² |
| vakolat | 0,30 kN/m ² |
| üzemi, technológiai teher | 1,00 kN/m ² |
| □ | 6,10 kN/m ³ |

A nyomatékok:

$$M_{\text{végl}} = 55,99 \cdot \text{kNm}, \quad M_{\text{közb}} = \frac{6,10 \cdot 5,25^2}{8} = 21,02 \cdot \text{kNm}$$

$$\Delta M = M_{\text{végl}} - M_{\text{közb}} = 55,99 - 21,02 = 34,97 \cdot \text{kNm}$$

A közbenső nyomatékra csak az eredeti **I220** tartó működik, s így

$$\sigma_{\text{közb}} = \frac{21,02 \cdot 10^6}{312,2 \cdot 10^3} = 67,33 \cdot \text{N} / \text{mm}^2,$$

végleges állapotban ehhez hozzá kell adni a □M-ből keletkező igénybevételeket, azaz

$$\sigma_{\text{húzott}} = \frac{34,87 \cdot 10^6}{37,70 \cdot 10^4} = 92,76 \cdot \text{N} / \text{mm}^2$$

$$\Sigma \sigma_{\text{húzott,végl}} = \sigma_{\text{húzott}} + \sigma_{\text{közb}} = 160,09 \cdot \text{N} / \text{mm}^2$$

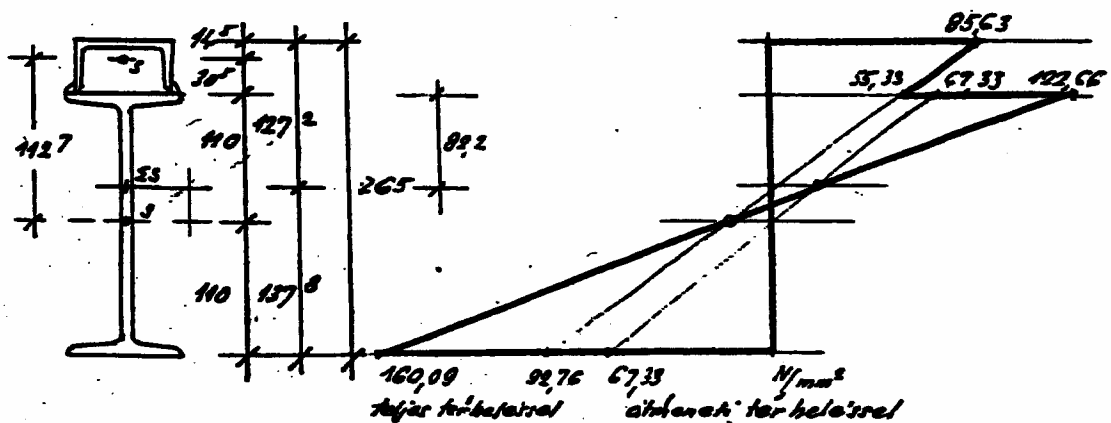
$$\Sigma\sigma_{\text{nyomott, végl}} = \frac{34,97 \cdot 10^6}{40,84 \cdot 10^4} = 85,63 \cdot \text{N/mm}^2, \quad \text{az U80-nál.}$$

Az I220 tartó felső élén az igénybevétel, mivel a súlyponttól

$$220 - 137,8 = 82,2 \text{ cm-re van,}$$

$$\Delta\sigma = \frac{92,76 \cdot 82,2}{137,8} = 55,33 \cdot \text{N/mm}^2.$$

A végleges igénybevételi ábra pedig a 49. ábra szerint:



49. ábra A számpélda szerinti acéltartó megerősítése és az igénybevételek

A vasbeton rábetonozással végezve az erősítést, tehát az általában nem ajánlott módon – akkor a beton keresztmetszeti mennyiségét az $E_b/E_a=1/n$ tényezővel kell számítani. Ez bonyolult, s az E_b érték nagy bizonytalansága miatt pontatlan. Mivel itt igénybevétel-osztozkodásról van szó, a két szélső értékkel is ellenőrizni kell, tehát $1/n_{\min}$ és $1/n_{\max}$ értékével.

Bár általában technológiai okok miatt a vasbeton-erősítés, és így keresztmetszete sokkal nagyobb a szükségesnél, így többnyire elégséges az $1/n_{\min}$ -nel számolni.

Leghatásosabb megerősítési mód az időleges teljes tehermentesítés. Ekkor, ha az eredeti szerkezet nem sérült, csak gyenge a későbbi terhek viselésére, akkor a teherviselés addatív alapon felosztható, annak feltételezésével, hogy a két szerkezet lehajlása azonos kell legyen.