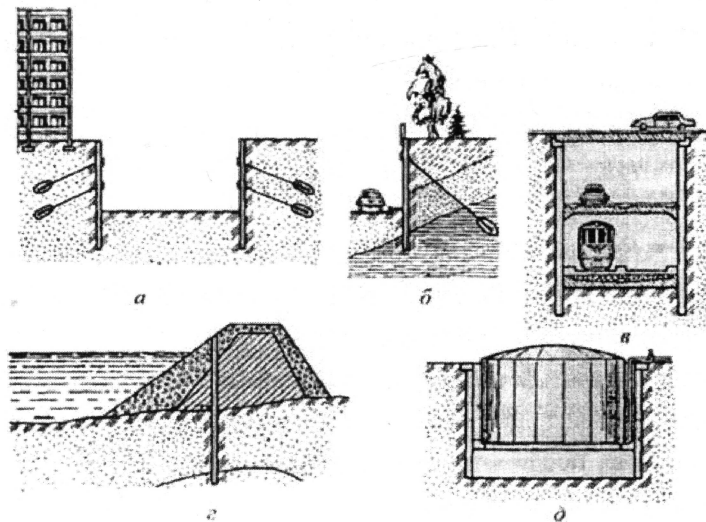


Нэгдүгээр бүлэг

МОНГОЛ ОРНЫ НӨХЦӨЛД БАРИЛГА БАЙГУУЛАМЖИЙН ГАЗАР ДООРХ БЕТОН, ТӨМӨРБЕТОН БҮТЭЭЦИЙН АШИГЛАЛТЫН ТӨЛӨВ БАЙДАЛД ХИЙСЭН СУДАЛГАА

§ 1.1. Газар доорх байгууламжийн бетоны өгөршилтийг багасгах, хүйтэн гэсвэрлэлтийг дээшлүүлэх судалгааны ажлын үндсэн зорилго, зорилтууд

Барилга байгууламжийн суурь, тулгуур болон газар доорх байгууламжийн бүтээцэд тавигдах гол шаардлага нь ашиглалтын хугацаанд чанарын өндөр түвшинг хадгалж байх явдал байдаг. Газар доорх байгууламжид олон нийтийн үйлчилгээний барилгаас гадна үйлдвэрлэл, зам тээвэр, гүүрийн, эргэлтийн усан хангамжийн систем, цэвэрлэх байгууламж зэрэг инженерийн байгууламж, барилгын суурь, тулгуурын бүтээцийн хэсэг орно. Тухайлбал барилга байгууламжийн суурь, зоорийн хэсэг, ус зайлуулах болон дамжуулах хоолой, түшиг хана, агаарын шугамын тулгуур, усжуулалтын болон үерийн усны хамгаалалтын бүтээцүүдийг нэрлэж болно. Эдгээр барилга байгууламжийн газар доорх болон тулгуурын бүтээцүүдийг бат бэх, удаан ажиллах чадварыг нь бодолцож бетон болон төмөрбетоноор хийдэг.



Зураг.1.1. Газар доорх байгууламжийн зарим төрлүүд:

а-хотын хязгаарлагдмал орчинд барилгын суурийн ухаасын тогтвор хангах хашилага бүтээц; б-замын нээлттэй түшиг хана; в-авто ба төмөр замын нүхэн гарц, хонгил; г-усан сангийн хаалтын даланд шүүрэлтээс хамгаалах экран-хаалт; д-газар доорх хий шингэн хадгалах эзлэхүүний сав.

Дээрх зорилгод хэрэглэж байгаа төмөрбетон, бетон бүтээцийн хэмжээ жилээс жилд өсөн нэмэгдэж байна. Үүний хамт эдгээр бүтээцийн ашиглалтын нөхцөл нь хөрсөнд, ус чийгтэй орчинд байхаас гадна олон удаагийн хөлдөлт, гэсэлтэнд өртөж байдаг. Үүний улмаас дээр дурьдсан бетон төмөрбетон бүтээц гадаргуугийн физик өгөршилд орохоос гадна химийн үйлчлэлийн улмаас өгөршилд өртөх магадлал өндөр байдаг. Дурьдсан өгөршилт ба арматурын зэврэлтийн улмаас бетон, төмөрбетон бүтээц гадаргуугаасаа эхлэн эвдрэлд орж улмаар дотоодод үүссэн хэв гажилтын нөлөөгөөр ан цав үүсч цаашид төмөрбетон бүтээцийн арматур зэвэрч эхэлдэг. Энэ нь байнгын ачаалалд байгаа бүтээцийн удаан эдлэгдэх чадварт нөлөөлж байна. Өгөршилтийн эсрэг чанарыг бетонд бүрдүүлэх нэг эх сурвалж нь хүйтэн тэсвэрлэлтийг дээшлүүлэх явдал байдаг.

Эх газрын эрс тэрс уур амьсгалтай манай орны нөхцөлд барилгын гол түүхий эд болох бетоны хүйтэн тэсвэрлэлтийг дээшлүүлэх явдал судалгааны ажлын нэг гол чиглэл болно.

Энэ судалгааны үр дүнд монгол орны хүйтэн сэрүүн уур амьсгалын нөхцөлд ус, чийгтэй орчинд ажиллах барилга байгууламжийн бетон төмөрбетон бүтээцийн элэгдэл, өгөршил, зэврэлтэнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг судалж улмаар газар доорх байгууламжийн бүтээцийн бетоны зохистой найрлагыг тогтоох, ялангуяа бүтээцийг хүйтний өгөршилтөөс хамгаалах аргуудыг боловсруулах, хүйтэн сэрүүн нөхцөлд бетоныг бэхжүүлэх технологийг боловсронгуй болгох зэрэг онол, арга зүйн асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилтуудыг дэвшүүлэн тавьсан болно. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд дараах асуудлуудыг авч үзлээ. Үүнд:

- Газар доорх байгууламж ба төмөрбетон бүтээцийн ашиглалтын нөхцөлийн онцлог;
- Байгалын нөхцөлд бетонд явагдах өгөршилийн (зэврэлт) процессийн физик, химийн үндэс;
- Өгөршилийн процесст үзүүлэх бетоны бүтэц, бүрэлдэхүүн ба цементийн шинж чанарын нөлөө болон арматурын зэврэлт ба түүнээс хамгаалах арга хэмжээ;
- Бетоны хүйтэн тэсвэрлэлтийн онол, арга зүйн үндэс
- Өгөршилт ба хүйтэнд тэсвэртэй бетоны зохистой найрлага гарган авах судалгаа;
- Бетоны хүйтэн тэсвэрлэлтийг дээшлүүлэхэд агаар оруулах нэмэлтийн нөлөө;
- Хүйтэнд тэсвэртэй, агаар оруулах нэмэлт бүхий төмөрбетон бүтээцийн төвийн бус шахалтын туршилтын судалгаа;
- Өвлийн нөхцөлд бетон төмөрбетоны ажил гүйцэтгэх технологийн онцлог;
- Хүйтэн сэрүүн улиралд бетон, төмөрбетон бүтээцийг цутгаж бэхжүүлэх оновчтой арга технологийн сонгох судалгаа;
- Өвлийн улиралд ашиглах бетоны эрдэс ба химийн нэмэлтийн сонголт;
- Газар доорх барилга, байгууламжийн бүтээцийг ус чийгнээс хамгаалах материалын сонголт, гүйцэтгэх технологи зэрэг болно.

§ 1.2 Газар доорх байгууламж ба бүтээцийн ашиглалтын нөхцөлийн онцлог

Газар доорх байгууламж ба барилгын суурийн бүтээц онцлог нөхцөлд ажилладаг. Энэ онцлог нөхцөл нь тэдгээрийн орших гадаад орчин, байгууламжийг хүрээлэх газар нутгийн уур амьсгал, агаарын болон усны бүтэцээс хамаарна. Ялангуяа барилгын бүтээцийн гадаргуугийн гадаад орчинтой шүргэлцэх онцлог их нөлөөтэй байдаг. Тухайлбал агаарын болон усны урсгалын хурд, гадаргууд чийг нэвчилт, хөрсний наалдалтаас улбаатай чийгийн нэвчилт, хортой бодисын нэвтрэлт зэрэг үзэгдэл болно. Ялангуяа өгөршилтийн бүтээгдэхүүн бүтээцийн гадаргууд хуримтлагдахаас зайлуулах нь чухал болно. Иймээс байгууламжийн ашиглалтын хугацаа нь байгууламжийн бүтээцийн ажлын нөхцөлөөс хамаарна.

Байгууламжийн ашиглалтын (эдэлгээний) хугацаа. Осол гэмтэлгүй ажиллах шаардлагатай хугацаа барилга байгууламжид харилцан адилгүй байдаг. Иймд барилга, байгууламжийг хоёр үндсэн бүлэг болгон авч үзэж болно. Тухайлбал зарим инженерийн байгууламжийн бүтээцийг түүнд үйлчлэх техник, төхөөрөмжийн ашиглалтаас хамааруулан тодорхой хугацааны дараа шинэчлэх шаардлагатай байдаг. Тухайлбал, усан онгоцны зогсоол, эргэлтийн усан сан, цэвэрлэх байгууламж, галт тэрэг, эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн тулгуурын бүтээц, ус хөргөх гардерни, ус цацаж хөргөх бассейн, үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийн суурь, гол мөрөн, далайн боомтын ачаа шилжүүлэх төв буудлын зогсоол, төмөр замын суурь байгууламж гэх мэт. Эдгээрийн ашиглалтын тодорхой хугацааны дараа техникийн хөгжил дэвшлийн улмаас зайлшгүй шинэчлэл шаардлагатай болно.

Харин хоёр дахь бүлэг барилга байгууламжийн хувьд шаардагдах ашиглалтын хугацааг бараг хязгаарладаггүй, тухайлбал, усан техникийн байгууламж, гол, нуурын эргийн бэхэлгээ, газар доорхи хонгилын барилга, өндөр барилгуудын газар доорхи давхарууд гэх мэт. Нөгөө талаас нь авч үзвэл тодорхой нэг бүтээц болон байгууламжийн нэг хэсгийн ашиглалтын хугацаа нь байгууламжийн материал болон хүрээлэн буй орчины зааг дээрх гадаад үйлчлэлийн чиглэл, эрчимээр тодорхойлогдоно.

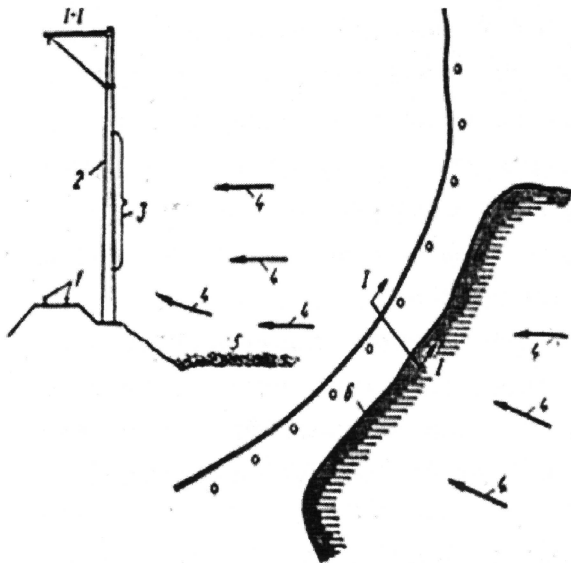
Байгууламжийн бүтээц ба гадаад орчины харилцан үйлчлэл. Байгууламжийн бетон, төмөр бетон бүтээцийн гадаргууд үйлчлэх хөрс ба агаарын сөрөг үйлчлэл зэрэг нь тэдгээрийн чийгээс хамаарна. Тухайлбал хуурай агаар болон хуурай хөрс нь бетон, металлын гадаргууд сөрөг үйлчлэл үзүүлэхгүй.

Ямарваа орчинд орших бетон ба төмөрбетон бүтээц орчиныхоо бүрдүүлэгч үндсэн нэгдэлүүдтэй харилцан үйлчлэлд ордог. Химийн болон физик процессууд бүтээцийн бат бэх ба тэсвэрлэх чадварыг дээшлүүлэхэд нөлөөлөхөөс гадна бүтээцийг эвдрэлд оруулж болдог. Бетон ба гангийн гадаад

орчинтой үүсгэх химийн процессоос гадна бүтээцийн удаан эдлэгдэх чадварт бетоны цул чанарыг алдагдуулах механик үйлчлэл ихээхэн нөлөөтэй байдаг. Механик үйлчлэл нь бетоны цул чанарыг алдагдуулж болно. Тухайлбал ан цав үүсэх, гадаргууд элэгдэл гарах зэргээр илрэх ба эдгээр нь бүтээцийн элементүүдийн бат бэхийн хязгаараас давсан нийлбэр хүчдэлийг бий болгож физик үйлчлэлийн нөлөөгөөр бүтээц эвдрэхэд нөлөөлнө.

Бетон бол дотоод, гадаад гадаргуу нь химийн идэвхитэй, капилляр-сийрэг материалд тооцогдоно. Бетоны шинж чанар нь түүний бүрдэл хэсгүүд болох ус ба цементийн харилцан үйлчлэлийн үр дүнд бий болно. Энэ бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн харилцан үйлчлэл нь бетон хольц бэлтгэсний дараах эхний үе шатанд онцгой идэвхитэй явагдах бөгөөд цаашид бетоны ашиглалтын үед үргэлжлэн явагддаг. Бетон доторхи цементийн чулууны бүрдэл хэсгүүдийн химийн идэвхийн үр дүнд ус, цементийн хоорондын урвал нь цементийн чулууг бүрдүүлэгч хэсгүүд болон хүрээлэн байгаа орчинд агуулагдах химийн идэвхитэй нэгдлүүдийн хоорондын харилцан үйлчлэлийн процессоор дэмжигдэнэ.

Гадаад орчны удаан хугацааны физик (хувьсах температур, хүчний үйлчлэл), химийн үйлчлэл болон физик-химийн (химийн урвал, уусах процесс) хавсарсан үйлчлэл нь уулын чулуулгийн өгөршилтийн нэгэн адил бетоны бүрэлдэхүүн ба бүтэцийг өөрчилж эхэлдэг. Эдгээрийн хоорондын ялгаа нь гагцхүү хугацаанаас хамаарна. Уулын чулуулгийн өгөршилтийн процесс нь тэдгээрийн цул байдал, химийн тэсвэртэй чанараас хамаарч хэдэн зуу, мянган жилийн явцад үүсдэг бол бетоны “өгөршилт” нь хэдхэн жилийн дотор үүсдэг.



Зураг.1.2. ОХУ-ын Анпероны хагас арал дээрхи эрдэслэг усан сангийн ойролцоо баригдсан төмөр замын цахилгаан дамжуулах шугамын түлгуурын төмөрбетон шонд үүссэн өгөрцлийн үйлчлэлийн схем:

- 1-төмөр зам; 2-түлгуур;
- 3-түлгуурын өгөршилд орсон хэсэг;
- 4-зонхилох салхины чиглэл;
- 5-эрдэст ус; 6-цөөрөм

Ийм нөхцөлд хангалттай, бүр дээд зэргийн тэсвэртэй бетоныг гарган авах нь байгууламжийн удаан хугацаанд ашиглагдах чадварыг хангах баталгаа

болно. Тийм учраас байгууламжийн удаан эдлэгдэх чадварыг хангах аргууд нь дараах арга хэмжээний үр дүнд боломжтой болно. Тухайлбал:

1. Бетонд тусгай зориулалтын цемент хэрэглэх, бетоны нягтралыг дээшлүүлэх, тусгай нэмэлт ашиглах замаар;
2. Байгууламжийн хортой орчинтой харьцах гадаргуу дээр хамгаалах үе, давхрага хийх замаар;
3. Бетонд нөлөөлөх орчинд шүүрүүлэх систем байгуулж ус зайлуулах арга хэмжээ авна.

Барилга байгууламжийн ашиглалтын хугацаанд байх орчины нөхцөлийг сайтар нарийвчлан судалсны үндсэн дээр гадаад орчины нөхцөлд тэсвэртэй материал, бүтээцийг ашиглах болон хамгаалах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлснээр байгууламжийг хугацаанаас өмнө эвдрэхээс хамгаалж удаан ашиглагдах нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Гэхдээ зарим хүндрэл бий болно. Энэ нь хэдэн арав, зуун жилийн урт удаан хугацаанд гадаад орчины өөрчлөлтийг урьдчилан тандах шаардлага юм. Барилга байгууламжийн орших нөхцөл нь тогтвортой биш байх бөгөөд өөрчлөлт нь байгалын хүчин зүйлүүдийн ерөнхий өөрчлөлтөөс гадна хүний үйл ажиллагаатай холбоотой өөрчлөлтүүд байдаг.

Үйлдвэрийн газрууд болон гидротехникийн барилга, байгууламжаас агаар мандал, гадаргын ус, хөрсөнд бохирдолт үүсч хүрээлэх гадаад орчины бүтээцийг өөрчилдөг. Үүний улмаас өгөршлийн процесс идэвхижих болон саарах үзэгдэл явагдаж байдаг. Хөрсний усны аюулын зэргийг тогтоохын тулд түүний түвшингийн хэлбэлзэлийг үнэлэх ба усан техникийн барилгын ажлын явцад нутаг дэвсгэр усанд автаж болзошгүй байдаг. Мөн услалтын системийн ажлын үед ус татрах ба түвшин буурах зэрэг өөрчлөлтүүд явагдаж байдаг.

Атмосферийн аюулын зэргийг үнэлэхийн тулд агаарт агуулагдаж буй хүний эрүүл мэнд болон бетон, төмөрбетон бүтээцийн гадаргууд хортой нөлөө үзүүлэх, хийн хэмжээ нормоос хэтэрсэн эсэхийг шалгаж тогтоодог. Бүтээцэд болон хүний эрүүл мэндэд хортой, аюултай хий болон агаар дахь хольцын хэмжээг ариун цэврийн нормоор хязгаарлаж байдаг.

Барилга, байгууламжид үйлчлэх орчины нөлөөллийн эерэг ба сөрөг хүчин зүйлүүдийг хамтад нь иж бүрнээр нь авч үзэх ёстой. Эерэг орчины нөлөөнд бетоны цементийн чулууны бэхжилтэнд удаан хугацаанд эерэгээр нөлөөлөх температур ба чийгийн горим орно. Бетоны бат бэх ба нягт нь хугацаагаар сайжрах нөхцөл бүрэлдсэн байдаг. Агаар дахь нүүрс хүчлийн хий нь цементийн чулуунцарын гидратацийн процесст шохойн гидрат исэлтэй харилцан урвалд орж түүнийг илүү нарийн нэгдэл буюу нүүрс хүчлийн кальцийг үүсгэнэ. Агаар дахь нүүрс хүчлийн хийн агуулга нь чийгийн нэгэн адил бетоны бат бэх, нягтыг хугацаагаар нэмэгдүүлэх, химийн тэсвэрийг сайжруулах үүрэгтэй. Гэхдээ төмөрбетон бүтээцийн бүрэн бүтэн байдалд сөрөг нөлөөтэй.

Бетоны гадаргуугийн хэсгийн хамгаалах давхрага дахь бетонд кальцийн гидрат исэл $[Ca(OH)_2]$ нүүрс хүчлийн хийтэй урвалд орж карбонатжилт үүсгэж улмаар төмөрбетон бүтээцийн арматурыг агаарын чийг ба хүчилтөрөгчийн үйлчлэлээс хамгаалах чадварыг бууруулж улмаар арматурын ганг зэврэлтэнд оруулдаг.

Агаар- байгууламжийн орчин болох нь. Бетоны бэхжилтийн тодорхой үе шат өнгөрсний дараа агаарын орчин нь арматургүй бетонд аюулгүй орчин болно. Энэ баталгаа нь зөвхөн ердийн гадаад орчины атмосферийн нөхцөлд хамаарна. Харин газар доорхи орчин болон үйлдвэрийн газрын орчинд агаар дахь хортой хольцын хэмжээ нь бетон болон арматурын аль алинд нь аюултай болно.

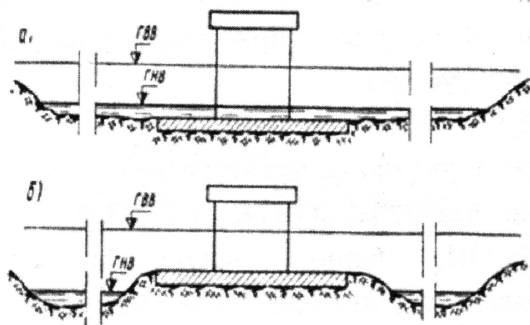
Бетон, төмөрбетон бүтээц нь хортой орчины үйлчлэлд бэхжилтийнхээ эхэн үед бус бэхжилтийн тодорхой үе шатанд өртөж эхэлдэг. Гэтэл бэхжилтийн процесс цаашид үргэлжилсээр байдаг. Агаарын чийг хэдий чинээ их байвал бетоны бэхжилтэнд төдий чинээ сайн нөлөө үзүүлэх бөгөөд байгалын нөхцөлд портландцементэн бетоныг эвдрэлд хүргэх чийг-температурын нөхцөл тэр болгон тохиолдохгүй. Аюултай нөхцөлийг төслийн шатанд урьдчилан авч үзэж түүнээс урьдчилан сэргийлэх бүрэн боломжтой байдаг.

Агаарын орчины (химийн хортой) орчны зэргийг бетон болон арматур тус бүрт нь үнэлнэ. Хий агуулсан агаарын орчин арматурт илүү хортой үйлчлэлтэй байдаг. Бетонд хамгийн хортой орчин бол агаар дахь хүхэрт ус төрөгчийн агууламж юм. Хүхэрт ус төрөгч нь бетоны капилляр нүх сүвээр нэвтрэн бүтээцийн эвдрэлд хүргэнэ. Газар доор барьсан Гүрж улсын Тибилиси хотын метроны хонгилын барилгын бүтээцэд хөрсний усаар дамжин орсон хүхэрт ус төрөгч бетоны гадаргууд 2 см гүн элэгдэл, эвдрэл үүсгэж байсан байна. Энэ нь хүхэрт ус төрөгч нь цементийн чулуунцарыг задалдаг хортой болохыг сануулж байна.

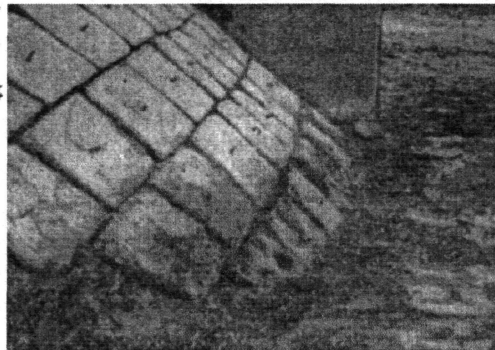
Агаарын орчинд байгаа бүтээцэд температурын өөрчлөлт их хөнөөлт нөлөөг үзүүлдэг. Ялангуяа чийгтэй бетоны хувьд олон удаагийн хөлдөлт, гэсэлт нь (температур $0^{\circ}C$ -ээс доош орох үед) ан, цав, хагарал үүсгэж аюул эвдрэл учруулдаг. Ялангуяа намрын бороотой улиралын төгсгөлд бетон хөлдөх, хавар дулаарах үед гэсэлт явагдах зэрэг үзэгдэл юм. Иймд бетоны хүйтэн тэсвэрлэлтийг дээшлүүлэх шаардлагатай болдог. Энэ нь тусдаа бие даасан судалгааны ажил болно. Хуурай ба хүйтэн улиралд металлын зэврэлт чийгтэй дулаан улирлынхаас илүү удаан явагдана.

Барилга, байгууламжид тухайн бүс нутгийн микро уур амьсгалаас гадна барилга, байгууламжийн байршиж байгаа орчин их нөлөөтэй байдаг. Зарим инженерийн байгууламж усан дотор байрлах нь элбэг байдаг. Тухайлбал үйлдвэрийн газруудын ус хөргөх байгууламжуудыг нэрлэж болно.

Энд гардерни, ус цацруулан хөргөх бассейн, үйлдвэрийн эргэлтийн усны сан болон сувгийн төмөрбетон бүтээц гэх мэт. Мөн үерийн усны хамгаалалтын суваг, голын гүүрийн тулгуурын төмөрбетон бүтээц, олон жилийн цэвдэгт бүсэд баригдсан барилгуудын газар доорх суурийн бүтээц зэргийг дурьдаж болно (зураг.1.3 ба 1.4).



Зураг.1.3. Гүүрийн тулгуурын өгөршилд орох (а) ба орохгүй байх нөхцөл (б)



Зураг.1.4. Усан сангийн эргийн хамгаалалтын бетон хавтан өгөршилд орсон байдал.

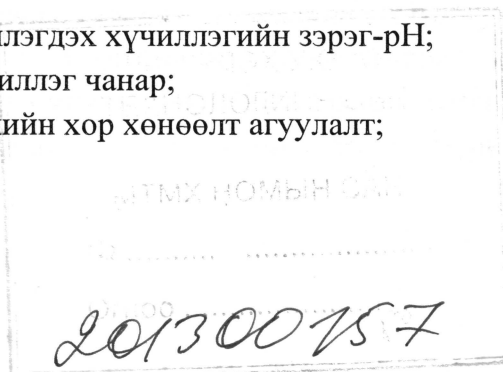
Эдгээр орчин нь барилга байгууламжийн бүтээцийн ажлын нөхцөлийг илүү хүндрэлтэй болгодог.

Усан орчины хор хөнөөлт нөлөө. Бетоны хамгийн их эвдрэл нь усан орчины нөхцөлд үүсдэг. Учир нь бетон *химийн идэвхитэй дотоод гадаргуу бүхий катиляр-сүвэрхэг* материалд тооцогдох бөгөөд усаар ханасан үед цементийн чулуунцарын эрдэс нэгдлүүд усанд ууссан бодисуудтай харилцан эрвалд ордог. Цементийн чулуунцарын үндсэн эрдэсүүд нь усанд задрах (гидролизод орох) боломжтой болдог.

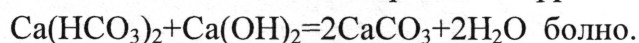
Усны хор хөнөөлийн зэрэг нь бетоны хувьд усны химийн найрлагын бүрэлдэхүүнээс гадна байгууламжийн бетон ба усны харилцан үйлчлэл явагдах нөхцөлөөс хамаарна. Тухайлбал байгууламжийн ойролцоо өнгөрөх усны урсгалын хурд, усны түрэлт байгаа эсэх, байгууламжийг хүрээлсэн хөрсний нягт зэрэг нь бетоны гадаргуутай урт хугацаагаар ус хүрэлцэхэд хор учруулж болзошгүй байдаг. Бетоны хувьд усны үйлчлэлд хэр тэсвэртэй байх нь түүний нягтаас хамаарна. Бетоны ус тэсвэрлэлтийг нормчилохын тулд нягтын хувьд эталон болгон авсан ямар нэг бетоной харьцуулан тогтоодог. Ийм нормчилсон зааврыг анх 1963 онд ЗХУ-д СН -249-63 дугаартай гаргасан байна. Усан орчины хор хөнөөлийн зэргийг дараах үзүүлэлтүүдээр үнэлнэ.

Үүнд:

- устөрөгчийн үзүүлэлтээр илэрхийлэгдэх хүчиллэгийн зэрэг-рН;
- хатуулаг буюу бикарбонатын хүчиллэг чанар;
- магни, сульфат болон нүүрс хүчлийн хор хөнөөлт агуулалт;
- давсны нийт агуулагдах хэмжээ.



Усны хатуулаг нь түүний найрлага дахь кальций болон магнийн нүүрс хүчлийн давхар ислийн агуулгаар тодорхойлогдоно. Кальций болон магнийн нүүрс хүчлийн давхар ислийн агуулга $[Ca(HCO_3)_2, Mg(HCO_3)_2]$ нь бикарбонатын хүчиллэг чанарыг буюу кадцийн гидратын уусамтгай чанарыг багасгаж бетоны тэсвэрт сайн нөлөөтэй. Кальций, магнийн нүүрс хүчлийн давхар исэл нь бетоны найрлага дахь шохойтой урвалд орж усанд маш удаан уусах кальцийн болон магнийн карбонатыг үүсгэнэ.

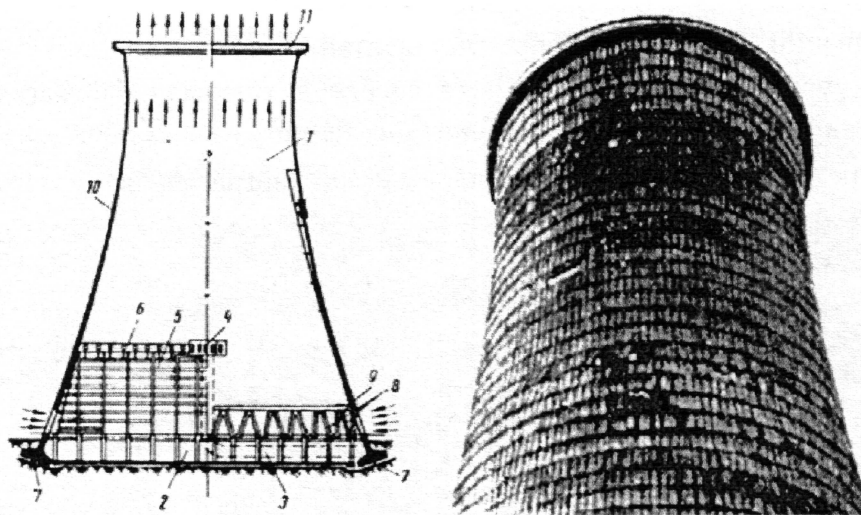


Бетоны тэсвэрт бикарбонатын хүчиллэг чанар чухал ач холбогдолтой. Харин кальций, магнийн нүүрс төрөгчийн давхар исэл (давс) агуулаагүй ус нь цементийн чулуунцарт агуулагдах $Ca(OH)_2$ чөлөөт нэгдлүүдийг уусгах чадвартай байдаг тул бетонд хортой нөлөө үзүүлнэ. Ийм усан уусмалд $NaCl$ ба Na_2SO_4 байхад усанд $Ca(OH)_2$ уусамтгай чанар ихсэж бетонд хортой нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

Байгалын усанд нүүрстөрөгчийн давхар исэл (нүүрс хүчлийн хий- CO_2) уусмалын байдалтай оршиж байдаг. Харин түүний бетонд хор хөнөөл учруулах хэмжээг тусгай аргаар болон тооцоогоор тогтооно. Нүүрс хүчлийн хийн хортой агуулгын хэмжээ нь усны хүчиллэг чанарын үзүүлэлтийн хэмжээнд нөлөөлнө. Байгалын усанд агуулагдах хүхрийн хүчлийн давс буюу сульфатууд ердийн портландцементэн бетонд хамгийн их хортой байдаг байна. Хорт орчны зэргийг үнэлэхэд тэдгээрийн хэмжээг заавал тодорхойлно. Үүний хамт хлорын ионы агуулгын хэмжээг тодорхойлох шаардлагатай.

Усан дахь магнийн ионын агуулалт бетонд хортой байдаг. Тодорхой нөхцөлд усан орчин дахь уусамтгай давсны агууламж нь бетоны нүх сүвний дотор талстжих (кристалжих) бөгөөд энэ процесс нь бетоны өгөршлийг үүсгэнэ. Ийм учраас барилгын нормоор усан орчиноос инженерийн байгууламжийн төмөрбетон бүтээцэд үзүүлэх хор хөнөөлийг усанд уусамтгай давсны агуулгын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээгээр хязгаарлаж байдаг.

Бетонд их хортой усан орчины тоонд үйлдвэрийн газрын эргэлтийн усны системийг оруулна. Энэ төрлийн ус нь бетонд хортой бодисуудыг агуулж байдаг (зураг.1.5).



Зураг.1.5. Цахилгаан станцын эргэлтийн ус хөргөх цамхаг ба түүний бүтээцийн өгөршил

Аюултай орчинд хөрсний уснаас гадна идэмхий чанартай давс агуулсан хөрс орно. Ийм хөрс дахин давтан ноход явцдаа бетоны гадаргууд өгөршил үүсгэдэг.

§ 1.3. Монгол орны нөхцөлд зарим төрлийн барилга байгууламжийн бетон, төмөрбетон бүтээцийн өгөршилтийн процессийн судалгаа

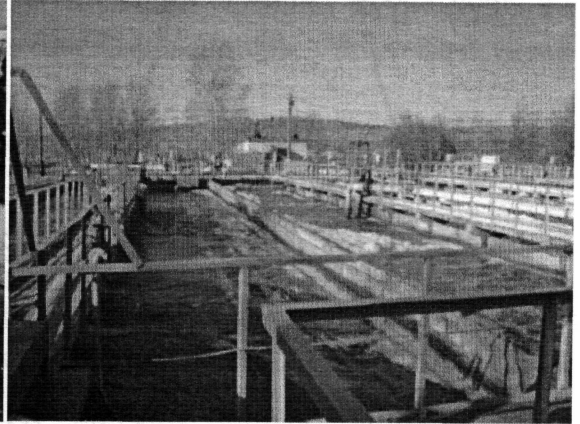
1. **Монгол-Оросын хамтарсан “Эрдэнэт” үйлдвэрийн цэвэрлэх байгууламж.** Монгол орны нөхцөлд ашиглагдаж буй бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн бетон бүтээцэд орчны нөлөөлөл хир зэрэг хөнөөлтэй байгаа, түүнд ямар хүчин зүйлс илүү нөлөөлж байгааг тогтоох зорилгоор Эрдэнэт хот болон Уулын баяжуулах “Эрдэнэт” үйлдвэрийн бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн тунгаагуур ба агааржуулах савны төмөрбетон бүтээцэд ажиглалт, судалгаа хийсэн юм. Бохир ус тунгаагуур (зураг.1.6), агааржуулах сав (зураг.1.7) гэх мэтийн цэвэрлэх байгууламжид бетон бүтээцийн эдэлгээ, ажиглалтын хэвийн нөхцөлд хамгийн их сөрөг нөлөөлөх хортой орчин бүрэлдсэн байна. Бетон, төмөрбетон бүтээцийн өгөршилд орчины нөлөөг Эрдэнэт хотын бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн зарим барилгын бетон, төмөр бетон бүтээцийн эвдрэл, гэмтэлд хийсэн судалгаа, шинжилгээний дүнгээс үзэж болно. Энэхүү судалгааны дүн шинжилгээг хийхдээ уг цэвэрлэх байгууламжийн усны химийн найрлагад урьд өмнө хийсэн судалгааны үр дүнг ашиглав.

1.Цэвэрлэх байгууламжид гарсан бетоны эвдрэл гэмтлийн хэлбэрүүд. Ажиглалт, судалгаагаар бохир ус тунгаагуур (отстойник) болон агааржуулах савны (аэротенкийн) бетон, төмөр бетон бүтээцэд механик гэмтэл, барилга угсралтын явцад гарсан чанарын доголдлоос гадна бетоны төрөл бүрийн

өгөршил, химийн идэмхий орчны үйлчлэлтэй хавсарч хөлдөлт-гэсэлтийн давтамжаар үүссэн эвдрэл зэрэг гэмтэл согогууд түгээмэл байгааг тогтоов. Эдгээр эвдрэл гэмтэл нь цэвэрлэх байгууламжийн амсар орчмын ус чийг, температурын хувьсамтгай орчинд голлон үүссэн байгаагаараа онцлог юм.

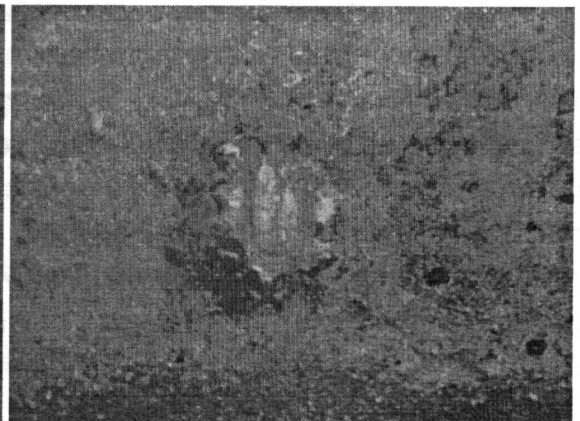


Зураг.1.6. Бохир ус тунгаагуур

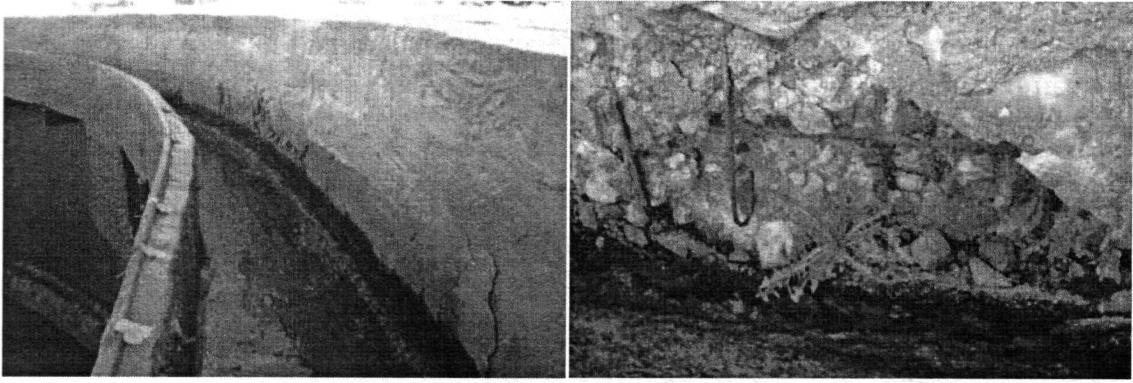


Зураг.1.7. Бохир ус агааржуулах сав

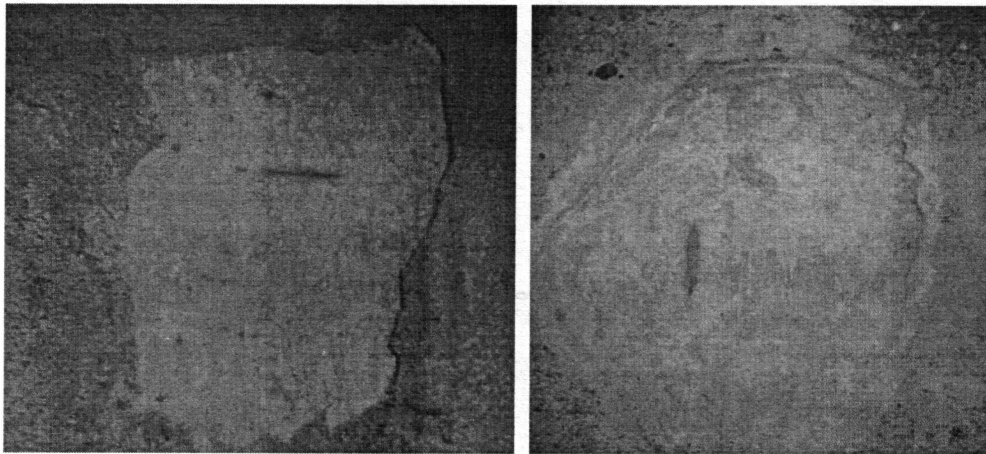
Бохир ус тунгаагуурын хувьд түүний амсрын ирмэгээр хүрээлэн байрлах ус халиах сувгийн хана, ёроолын төмөрбетон элементүүдэд үүссэн төрөл бүрийн өгөршил, чийгтэй бетоны хөлдөлт-гэсэлтийн олон удаагийн давтамжаас үүдэлтэй эвдрэл, ханын угсармал төмөр бетон хавтангуудын заадсаар гарсан механик гэмтэл, ханын дотор талын шавардлага хууларч ховхорсноос үүдэлтэй арматурын хамгаалалтын бетон үеийн элэгдэл (Фото зураг 5-д үз), хана, ёроолын уулзварын бетон манаасанд гарсан ан цав зэрэг гэмтэл согогууд байгааг илрүүлэв.



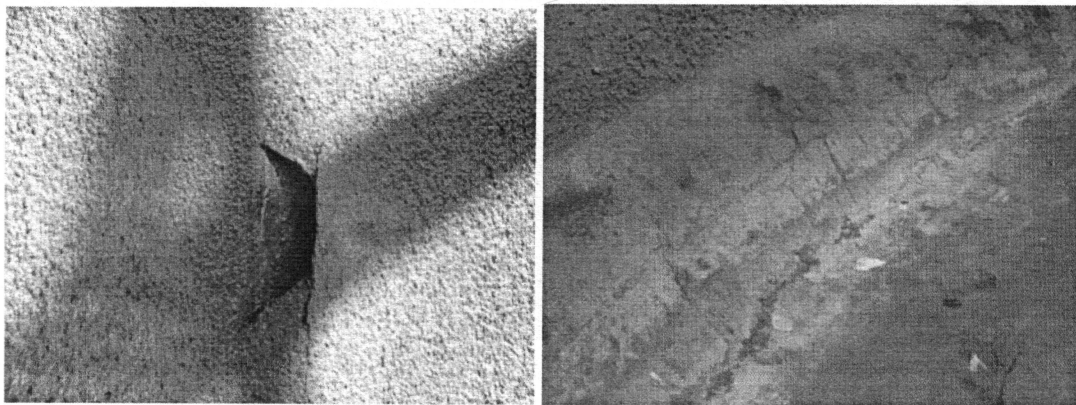
Зураг.1.8. Бохир ус тунгаагуурын ус халиах сувгийн хана, ёроолд үүссэн бетоны өгөршилт



Зураг.1.9. Бохир ус тунгаагуурын ус халиах сувгийн гадна хананд хөлдөлт – гэсэлтийн олон удаагийн давтамжаас үүдэж үүссэн бетоны эвдрэл



Зураг.1.10. Бохир ус тунгаагуурын ханын дотор талын шавардлага хууларч ховхорсноос үүдэлтэй арматурын хамгаалалтын бетон үеийн элэгдэл

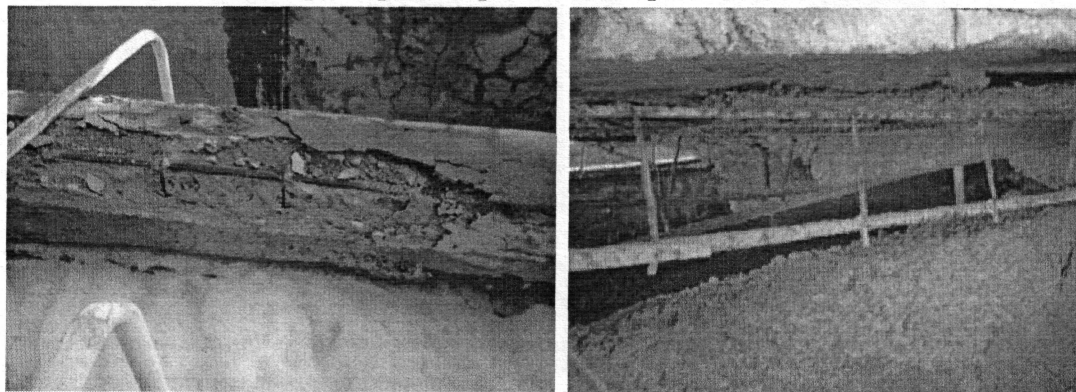


Зураг.1.11. Бохир ус тунгаагуурын ханын заадсаар гарсан гэмтэл

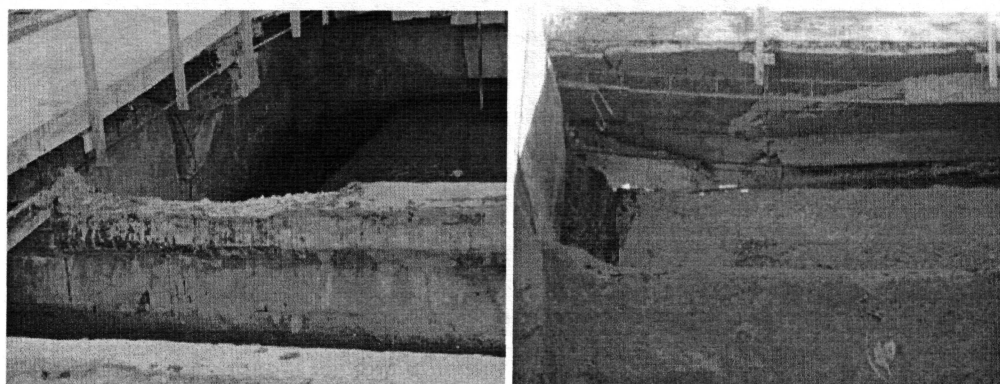
Зураг.1.12. Бохир ус уурын хана, ёроолын уулзварын бетонд гарсан гэмтэл

Бохир ус агааржуулах савны (аэротенкийн) бетон, төмөр бетон бүтээцэд гүүрэн замын даацын төмөр бетон хавтангийн бетоны өгөршил, усны түвшин байнга өөрчлөгдөж, хөлдөлт гэсэлтэнд өртөж байдаг бүсэд гарсан ханын болон гүүрэн замын даацын дам нурууны консолийн бетоны эвдрэл

(зураг.1.9 ба 1.10), бохир ус агааржуулах савны ханын арматур нүцгэрч, зэвэрсэн (зураг.1.11-д үз) зэрэг эвдрэл согог гарсан байлаа.



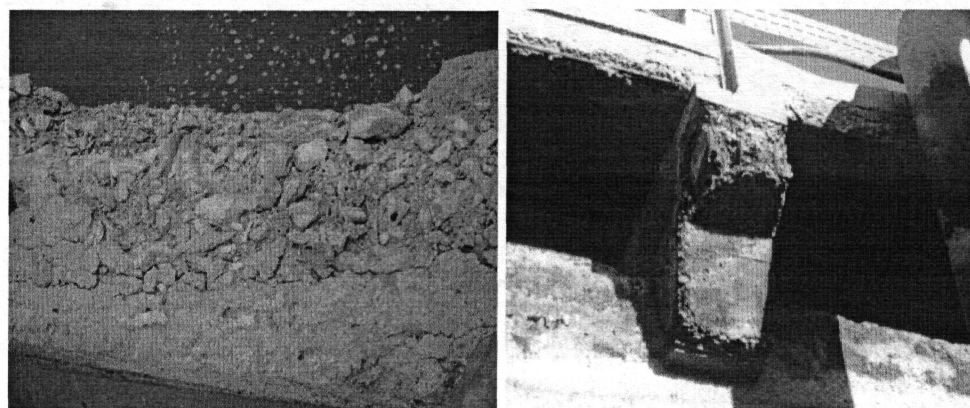
Зураг.1.13. Бохир ус агааржуулах савны гүүрэн замын даацын төмөр бетон хавтангийн бетон өгөршилд идэгдэн устаж үгүй болсон байдал



а/

б/

Зураг.1.14. Бохир ус агааржуулах савны ханын амсрын бетон өгөршилд идэгдэн арматур барилцалгүй болсон байдал

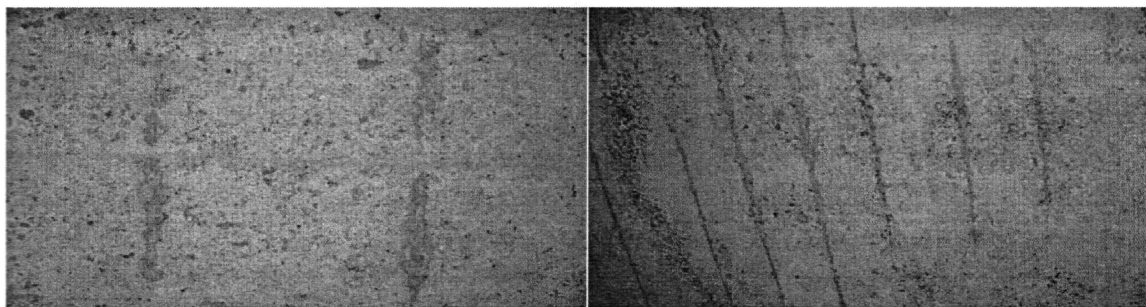


Зураг.1.15. Бохир ус агааржуулах савны ханын амсар (а) болон гүүрэн замын тулгуурын дам нурууны консолийн (б) бетон өгөршилд идэгдэн арматур нүцгэрсэн байдал

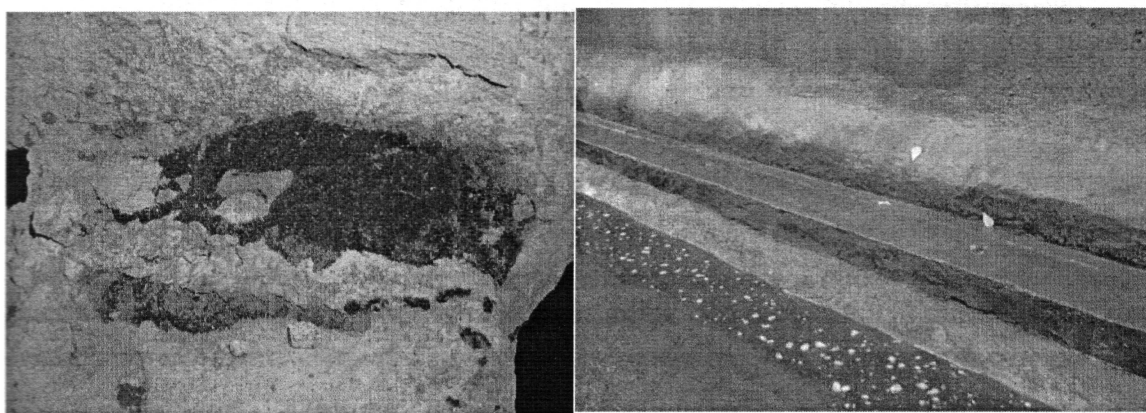
Үүний зэрэгцээ агааржуулах савны бүтээц элементүүдэд биологийн олон хэлбэрийн өгөршил үүссэн байв. Тухайлбал, бохир ус агааржуулах савны

гүүрэн замын бетон дээр хагд өвс ургасан, хана, ёроолын уулзвар хэсэгт хигдэр үүссэн, мөн савны усны түвшин байнга өөрчлөгдөж байдаг бүсэд хаг үүссэн, гүүрэн замын хавтангийн бетон ёроол дээр хужир ургасан байлаа.

2.Цэвэрлэх байгууламжийн төмөр бетон бүтээц, элементүүдэд элэгдэл, гэмтлийн шалтгаанд хийсэн дүн шинжилгээ. Бетон өгөршилд орох процесс нь түүний нүх сүвд явагдах физик, химийн процессуудын нийлбэр цогц юм. Үүний бодит үндэс бол хатуу, шингэн ба хийн нэгдлүүдийн хооронд урт удаан хугацааны туршид явагдах химийн урвал мөн. Эдгээр нэгдлийн зааг гадаргуу дээр химийн урвал явагдахын зэрэгцээ хөвүүр бодис зөөгдөх процесс явагдаж, улмаар өгөршлийн бүтээгдэхүүн болон тэдгээрээс ангижран ялгарах үзэгдэл бас явагдана.



Зураг.1.16. Бохир ус агааржуулах савны ханын арматур барилцалгүй ил гарч, зэвэрсэн байдал

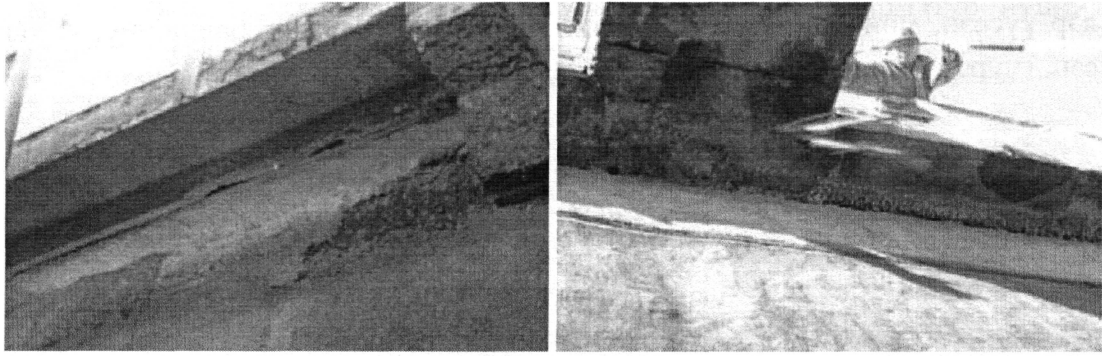


а/

б/

Зураг.1.17 Бохир ус агааржуулах савны гүүрэн замын бетон дээр хаг өвс ургасан /а/, хана, ёроолын уулзвар хэсэгт хигдэр үүссэн /б/ байгаа нь

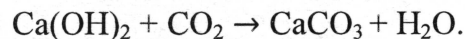
Эрдэнэтийн цэвэрлэх байгууламжийн бүтээц, элементүүдэд үүссэн өгөршил, бусад эвдрэл, согогуудын үүссэн нөхцөл, шалтгаанд дүн шинжилгээ хийхдээ уг байгууламжид орж байгаа болон түүнээс цэвэрлэгдэн гарч буй усны химийн найрлагад хийсэн шинжилгээний дүнг ашигласан юм.



Зураг.1.18. Бохир ус агааржуулах савны усны түвшин байнга өөрчлөгдөж байдаг бүсэд хаг үүссэн /a/, гүүрэн замын хавтангийн бетон ёроол дээр хужир ургасан байдал

Цэвэрлэх байгууламжийн, ялангуяа түүн рүү орж байгаа бохир усны найрлагад бетон, арматурт хор хөнөөлтэй химийн олон төрлийн урвалж, бодисууд байгааг харж болно. Тухайлбал, сульфатууд (SO_4^{2-}), магни ба аммонийн давс (Mg^{+2} и NH_4^+ ионууд), $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ кальцийн усан исэл, нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO_2), нүүрсний хүчил (H_2CO_3) г.м. Эдгээрийн зэрэгцээ цэвэрлэх байгууламжийн усан сангуудын орчны агаарт бетоныг карбонажилтанд оруулдаг нүүрс хүчлийн хий, аммиак зэрэг хийн хортой орчин байнга бүрдэж байдаг байна.

Карбонитжилт бол нүүрс хүчлийн хий цементийн чулууны бүтцэд байгаа шүлтлэг нэгдлүүдтэй урвалд орж карбонат үүсгэснээр бетоны дотоод бүтэц, түүний үндсэн чанарыг өөрчлөх үйл явц юм. Бетонд карбонатжилт явагдах механизмийг авч үзвэл орчны агаарт байгаа нүүрхүчлийн хий эхлээд бетоны гадаргуугаар дамжин түүний бүтэц дэх нүх сүвд нэвчиж, улмаар нүүрсний хүчил болж хувирна. Эцэст нь нүүрхүчлийн хий цементийн чулуун дах шүлтлэг нэгдэл болох кальцийн усан исэлтэй урвалд орсноор карбонат үүснэ:



Ингэснээр бетоны хүчиллэг алдагдаж, түүний арматурыг хамгаалах чадвар суларна.

Одоо цэвэрлэх байгууламжийн бохир ус тунгаагуур болон агааржуулах саван дах шингэн орчны үйлчлэлээр эвдрэл үүсэж, хуримтлагдсан механизмыг авч үзье. В.М. Москвин бетон бүтээцийн өгөршлийг гурван төрөлд хувааж үзсэн. Үүнд:

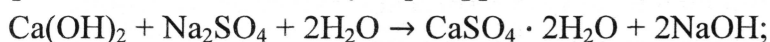
1-р төрлийн өгөршил - цементийн чулууны бүрэлдэхүүн хэсэг нь зөөлөн усанд уусаж, ялангуяа бетоноор ус нэвчиж байгаа үед үе шаттайгаар зөөгдөн зайлах замаар явагддаг механик өгөршил;

2-р төрлийн өгөршил - химийн бодис агуулсан усан орчинд цементийн чулуутай харилцан урвалд орж, уусмал юм уу аморф байдалтай нэгдлүүдийг үүсгэх замаар явагддаг химийн өгөршил;

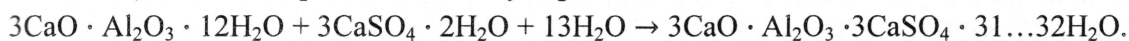
3-р төрлийн өгөршил - цементийн чулуунд усанд бага уусдаг шинэ нэгдлүүд үүссэний үр дүнд орчны усан уусмал дах нэгдлүүд талсжих, эсвэл хатуу фазын эзэлхүүн тэлэх замаар бетоны нүх сүвд дотоод даралт үүсэж, улмаар түүний бүтцийн элементүүд эвдэрч, бат бэх нь сулрах хэлбэрээр явагддаг талсжилтийн өгөршил.

Цэвэрлэх байгууламжийн усан дах сульфатын үйлчлэлийг авч үзье. Кальцийн сульфат нь этtringит хэмээх эзэлхүүнээ тэлэх давс болон хувирна. Энэ үед хоёр янзын процесс явагдана. Үүнд:

- цементийн найрлага дах шохой усанд ууссан сульфаттай харилцан үйлчлэлцэж кальцийн сульфат үүсгэнэ:



- цементийн бүрэлдэхүүн дэх хөнгөн цагааны исэл эзлэхүүнээ ихээр (2-2.5 дахин) тэлдэг этtringит болж хувирна:



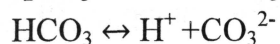
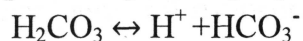
Магни байгаа үед энэ хоёр процессийн үр дүнд цементийн бүрэлдэхүүнд агуулагдаж буй хүчиллэг силикатууд задралд орно. Эрдэнэтийн цэвэрлэх байгууламжид орж байгаа бохир усны найрлагад байгаа сульфатын агуулга 200мг/л-ээс илүү байгаа нь давстай усны орчинд бетонд үзүүлэх хортой нөлөөг үнэлэх стандартаар сулавтар хортой орчны ангилалд багтаж байна. Усны найрлагад сульфат байснаар цементийн чулууны уусах чанарыг улам ихэсгэж, 1-р төрлийн өгөршлийг эрчимжүүлж, улмаар ион солилцох урвал – 2-р төрлийн өгөршил явагдах нөхцлийг бүрдүүлнэ. Цаашид тодорхой нөхцөл бүрдэхэд 3-р төрлийн өгөршилт эрчимжинэ. Бетон усан дотор байснаар $\text{Ca}(\text{OH})_2$ болон CaSO_4 үүсэхийн зэрэгцээгээр нүх сүвийн даралтыг бууруулах боловч $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ба өгөршилт бусад бүтээгдэхүүний угаагдан зөөгдөх боломжийг олгоно. Энэ тохиолдолд 3-р төрлийн өгөршил дээр нэмэгдэж 1-р төрлийн өгөршилт явагдаж эхэлнэ.

Бетоны бүтцийн хэлбэржилтийн үед үүсэх давснудаас хамгийн хортой нь харилцан үйлчлэлийн явцад 30..32 молекул усыг нэгтгэж, эзлэхүүнээ үлэмж хэмжээгээр тэлдэг *кальцийн гидросульфоамюминат* юм. Усны найрлагад сульфатын ион SO_4^{2-} , мөн цементийн бүтцэд гурван кальцит хөнгөн цагаан хэдий чинээн их байх тутам кальцийн гидросульфоамюминат үүсэх илүү таатай нөхцөл бүрдэнэ. Усны найрлага дах сульфатын ион (SO_4^{2-})-ы концентраци 2500мг/л-ээс их болоход кальцийн гидрат нь бетоны шинж чанарт нөлөөлөхүйц хэмжээний гидросульфоамюминат үүснэ. Иймээс Эрдэнэтийн цэвэрлэх байгууламжийн хувьд гидросульфоамюминатын хортой нөлөө үндсэндээ байхгүй гэж үзэж болно.

Бохир усны найрлага дах аммиак нь хүчил үүсгэгч биохимийн хувирлын процессын (нитрификацийн) урвалаар битүү биш задгай байгууламжуудын бетонд эвдлэх үйлчлэл үзүүлэх бүрэн боломжтой. Аммиак ялгарснаар цементийн бүрэлдэхүүн дэх шохойн уусах явцыг улам түргэтгэснээр ийм эвдрэлд хүргэх талтай. Энэхүү процесс нь магнийн давс болон бусад нэгдлийн үйлчлэлээр улам өдөөгдөнө. Иймээс усны найрлагад ялангуяа сульфат агуулагдаж байгаа нөхцөлд аммони NH_4^+ болон магнийн Mg^{+2} ионуудын концентраци илүүдэхээс сэрэмжилж байх нь зүйтэй. Гэвч Эрдэнэтийн цэвэрлэх байгууламжууд дах бохир усны найрлагад аммони болон магнийн ионуудын концентраци тус тус 15 и 100мг/л-ээс хэтрэхгүй байгаа нь олон улсад мөрдөж буй стандарт[2]-ын заалтаар бүр сулавтар хортой зэрэглэлд ч багтахгүй байна. Өөрөөр хэлбэл авч үзэж буй объектын хувьд эдгээр ионы концентраци нь бетонд хор нөлөө үзүүлэх хэмжээнд хүрэхээргүй байна.

Хүчил, шүлтийн бетонд үйлчлэх үйлчлэлийг авч үзье. Усны найрлагад давсны болон бусад төрлийн хүчил концентраци ихтэй байгаа тохиолдолд бетоны өгөршилд орох явцыг улам түргэтгэдэг. Тэгвэл ихээхэн шүлтлэг ус бүх төрлийн цементэд эвдлэх үйлчлэл үзүүлнэ. Иймээс бетоны гадаргууд ус тусгаарлалт хангалтгүй байгаа нөхцөлд хэрэв $\text{pH} > 12$ байвал ердийн цементийг усан орчин хэрэглэхгүй байхыг зөвлөдөг. pH -ын утга 10-т ойртоход хэрэв хүчилтөрөгчийн оролцоо байгаа бол бетон бүтээц өгөршилд нэвт идэгдэх эрсдэл төчнөөн өндөр байна. Бохир усыг гаргах зарим норм, дүрэмд бетон бүтээцтэй шууд харьцаж буй усны хүчиллэг, шүлтлэгийн үзүүлэлт pH -ийн утга 4,5-аас (зарим тохиолдолд 5,5-аас) 9 хүртэл хязгаарт хэлбэлзэж байхыг зөвшөөрдөг. Эрдэнэтийн цэвэрлэх байгууламжид орж байгаа болон түүнээс гарч буй усны найрлага дах устөрөгчийн үзүүлэлт 7,18-аас 8,93 хүртэл байгаа учир усан орчны хүчиллэг болон шүлтлэг чанар нь бетонд өгөршлийн хөнөөл үзүүлэхээргүй түвшинд байна.

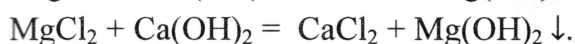
Нүүрсний хүчлийн үйлчлэл. Бетон, төмөрбетон бүтээцэд усан орчноос үзүүлэх үйлчлэлээс түүний найрлага дах нүүрсний хүчлийн үйлчлэл хамгийн түгээмэл байдаг. Нүүрсний хүчил хоёр хэлбэрээр задралд орно. Үүнд:



Усан уусмал дах устөрөгчийн ион (H^+)-ны тоо хэмжээ өссөнөөр урвалын тэнцвэрийн нөхцлийг алдагдуулна. Энэ үед $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ба $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{HCO}_3^-$ ялгарна. Харин устөрөгчийн ион (H^+)-ны тоо хэмжээ буурахад үүний эсрэгээр нүүрсний хүчлээс бикарбонат HCO_3^- ба карбонат CO_3^{2-} үүснэ. Уусмал дах бикарбонат HCO_3^- -ын тогтвортой байдлыг хангахын тулд CO_2 тодорхой хэмжээтэй байх шаардлагатай. Үүний хэмжээ тэнцвэрийн нөхлөөс их байгаа бол карбонат гадаргуугаас усанд уусаж эхэлнэ. Өөрөөр хэлбэл ус нь бетоны

бүтэц дэх цементийн чулуунд өгөршилйн хөнөөл учруулна. Нүүрсний хүчлийн үйлчлэлээр өгөршилт явагдах процессыг бүхэлд нь аваад үзвэл түүний концентраци хэдий чинээн хөнөөлтэй байна, уусмалын хүчиллэг чанар болон өгөршил явагдах хурд төдий чинээн өндөр байна. Гэвч бидний авч үзэж буй тохиолдолд усны хүчиллэг чанар бага, тухайлбал бүх тохиолдолд $pH > 7$ байгаа тул бетоны өгөршилд нүүрсний хүчлийн гүйцэтгэх үүрэг нөлөө бага байжээ гэж дүгнэж болно.

Магнийн давсны үйлчлэл. Магнийн давснууд ($MgSO_4$ болон $MgCl_2$) нь бетон дах кальцийн усан исэлтэй дараах байдлаар урвалд ордог.



Эдгээр давстай урт удаан хугацааны туршид харилцан үйлчилсэнээр бетоны дотоод үеүүдэд $Ca(OH)_2$ зөөгдөх 1-р төрлийн өгөршил явагдана. $MgCl_2$ -ын концентраци өндөр байгаа бол уусмалын урвалд орох багтаамж өндөр, кальцийн усан исэл $Ca(OH)_2$ -ын тоо хэмжээ урвалыг саармагжуулах түвшинд хүрч чадахгүй учир усан уусмал бетоны дотоод бүтцэд нэвчинэ. Магнийн давснууд ба $Ca(OH)_2$ -ын харилцан үйлчлэлд орж бетоны бүтэц дэх хэсгүүд гадагш зөөгдөх болон бетоныг цаашид улам их өгөршилд оруулах чадавхи бүхий давсны нэвчилттэй холбоотой тул бетоныг улам их эвдрэлд оруулдаг.

Усны найрлага дахь урвалд оролцдоггүй ионууд (Cl^- , Na^+ болон бусад)-ын үйлчлэл. Эдгээр ионууд нь $CaHCO_3$ -ыг их хэмжээгээр уусгах үйлчлэл үзүүлдэг тул усан орчны ионы хүчийг нэмэгдүүлж, урвалыг улам эрчимжүүлнэ.

Биологийн үйлчлэл. Төрөл бүрийн биоорганизмуудын амьдарлын үйл ажилагаагаар бетон бүтээц, эдлэлд өгөршил үүсч болно. Дээр дурьсанаар бетоны гадагуу дээрх ан цав, сул хэсгүүд дээр ургасан хаг өвс, мод бут, хигдэр, хаг, хужир зэрэг нь бетон, төмөр бетон бүтээц, эдлэлүүдийн ан цавыг улам ихэсгэн, эвдрэлд оруулах үйлчлэл үзүүлнэ. Ийм төрлийн эвдрэлүүд чийглэг нөхцөлд бетоны гадаргууд хөлдөлт-гэсэлтийн процесс давтан явагдснаар улам бүр эрчимжинэ.

Уур амьсгалын эерэг ба сөрөг температурын хэлбэлзэлийн үйлчлэл. Бетоны өгөршилтөөс үүссэн эвдрэл, гэмтэл нь хөлдөлт-гэсэлт, чийгшилт-хуурайшилтын олон удаагийн давтамжит үйлчлэлээр улам сэдэрч, эрчимжинэ. Олон улсын стандартчиллын байгууллага ISO-ын төслөөр инженерийн байгууламжийн бетон эдлэлд уур амьсгалын үйлчлэлийг тордорхойлох үндсэн параметрээр орчны температур, агаарын чийглэг, тэг хэмээс дээш доош хэлбэлзэх тоо зэргийг авахыг зөвлөмж болгосон байна. Уур амьсгалын үйлчлэлээр бетоны гадаргуу хэсэгт бүтэц нь сийрэгжижи, өөр хоорондоо нэгдэж холбогдсон бичил ан цавууд үүсч, улмаар хлор болон нүүрс хүчлийн

хий нэвчих аятай нөхцөл бүрдэнэ. Сөрөг температурын үйлчлэлээр бетоны бүтэц эвдэрч, бичил ан цав үүссэнээр түүний бат бэх буурахын хамт бусад шинж чанарт ч өөрчлөлт гарна. Усны түвшин байнга өөрчлөгдөж байдаг хэсэгт бетоны нүх сүвд капилляраар ус сорогдож буй нөхцөлд хөлдөлтийн үйлчлэл агаарын ердийн нөхцлөөс илүү их эвдрэл хөнөөлтэй байна. Эрдэнэтийн бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн хувьд ийм төрлийн эвдрэл гол төлөв чийгшилт ба хөлдөлтийн үйлчлэл хувьсан өөрчлөгдөж байдаг тэр хэсэгт, тухайлбал аэротенкийн ханын дээд ирмэг, орчимд гүүрэн замын доорх дам нурууны консолийн хэсэгт мөн гүүрэн замын төмөр бетон хавтан, аэротенкийн цутгамал хучилтын бүтээцүүдэд гарсан байна.

Төмөр бетон бүтээцийн арматурын зэврэлт. Орчны хортой үйлчлэлийн нөлөөгөөр арматурт үүсэн зэврэлт, гэмтэл, эвдрэлүүдэд дараах хүчин зүйлс нөлөөлжээ. Үүнд:

- хамгаалалтын бетон үеийн зузаан хангалтгүйгээс арматур барилцалгүй болж ил гарсан;
- бетон өгөршилд орсны улмаас арматурын хамгаалалтын бетон үеийн хамгаалах чадвар суларсан;
- ус чийгийн өөрчлөлттэй орчинд хөлдөлт-гэсэлтийн нөлөөгөөр хамгалалтын бетон үйрч, бутарсан;
- бетоны бүтцэд арматурыг зэврэлтэнд оруулдаг элементүүд, тухайлбал, хлорын давс гэх мэтийн бодисууд агуулагдсан байх;

Арматурын зэврэлтэнд дараах процессууд мөн нөлөөлнө.

- a) арматурыг хамгаалах бетон үеийн бетоны дотоод бүтэцэд карбонизацийн процесс явагдсан;
- b) бетоны бүтцэд хлорын ион нэвчсэн;
- c) агаар агуулсан нүх сүвд хүчилтөрөгч нэвчиж арматуртай шууд харьцсанаас түүнийг зэврэлтэнд оруулна.

Хлорын ионы агуулга, бикарбонатын шүлтлэг ихэссэн, хүрээлэн буй орчны температур өссөн зэрэг нь арматурын зэврэлтийг улам эрчимжүүлэх нөхцөл болсон байна. Металлын зэврэлт ихэнхдээ цахилгаан-химийн механизмаар явагдана. Ийм процесс явагдахад дараах нөхцөл бүрдсэн байдаг. Үүнд:

1) металлын гадагууд потенциалын ялгавар үүссэн байх; 2) өөр өөр потенциалтай гадаргуугийн хэсгүүдийн хооронд электролитийн холбоос бий болсон байх, металл усанд уусахдаа $n\text{H}_2\text{O} + \text{Me} \rightarrow \text{Me}^+ \cdot n\text{H}_2\text{O} \cdot \text{e}^-$ гэсэн урвал явагдаж буй анодын хэсэгт гадаргуу идэвхитэй төлөв байдалд байх; 3) Хүчилтөрөгч мэтийн металлын гадагуугийн катодын хэсэгт $4\text{e}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4(\text{OH})^-$ гэсэн илүүдэл электронуудын аятай дүрс хувирал явагдах таатай нөхцлийг хангахуйц туйлт бус хүчин зүйлсийн тоо хангалттай түвшинд байна.

Эдгээрээс хамгийн эхний нөхцөл ямарч үед хангагдаж байдаг. Учир нь техникт хэрэглэдэг металл нэгэн төрлийн бүтэцтэй байхын хамт бетоной харьцаж буй гадаргуугийн нөхцөл нь ч ижил байдаг. Бетоны дотоод гадаргуу идэвхтэй бөгөөд усанд норох өндөр чанартай байдаг онцлогийг бололцвол 2 ба 4-т дурьдсан процессууд явагдах бүрэн боломж байна. Мөн чанар нь бетон цементийн гидратацийн процесст химийн холбоотой төдийгүй физикийн хувьд холбоотой, өөрөөр хэлбэл осмотикийн усыг цаг ямагт агуулж байдаг.

Бетоны нүх сүв дэх физикийн холбоотой ус нь химийн холбоотой уснаас ялгаатай тал нь электролитийн үүргийг гүйцэтгэх бөгөөд бетоны өөрийнх нь онцлогоос төдийгүй орчны нөхцөл, бүтээц, эдлэлүүдтэй харилцан үйлчлэх нөхцлөөс хамаардаг.

Гангийн өгөршилийн хурд усан орчны хөнөөлт чанараас ихээхэн хамаарна. Хөнөөлт чанарын зэргийг рН ба хүчилтөрөгчийн агуулгаар үнэлнэ. Бохир усанд агуулагдаж буй сульфатын ион хэдийгээр хлорын ионыг бодвол хөнөөл багатай боловч гангийн идэвхгүй чанарыг эвдлэх бололцоотой. Бетоны дотоод бүтцэд сульфид химийн хувиралд орох явцад хүхэрт устөрөгч үүсэх боломжтой. Энэ нь зохих нөхцөл бүрдсэн үед арматурын гангийн гадаргуутай харилцан үйлчлэлцсэнээр арматурыг хат ихтэй, хэврэг болгох аюултай. Бетонд өгөршлийн хортой нөлөө үзүүлэх буюу сулавтар хөнөөлтэй олон орчин нөхцөл ганг зэврэлтэнд оруулдаг тухайлбал, чийглэг агаарын орчин ямар нэг нөлөөллийн улмаас арматурт хортой орчин болж зэврэлтэнд оруулдаг.

Эрдэнэтийн УБҮ-ийн цэвэрлэх байгууламжийн бетоны эвдрэлийн талаар хийх дүгнэлт:

1. Эрдэнэтийн бохир ус цэвэрлэх байгууламжуудын бүтээц, элементүүдэд үүссэн төрөл бүрийн өгөршил, эвдрэл гэмтлүүдийн үүсэн нөхцөлд хийсэн дүн шинжилгээг нэгтгэн дараах дүгнэлт хийлээ.
2. Эрдэнэтийн бохир ус цэвэрлэх байгууламжуудын бетон, арматурт үүссэн өгөршил, зэврэлтийн эвдрэл гэмтэлд шингэн ба хийн орчин, биологийн болон уур амьсгалын үйлчлэл зэрэг төрөл бүрийн хүчин зүйлс нөлөөлснийг бидний ажиглалт, судалгааны дүн харуулж байна;
3. Бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн ус тунгаагуур, ус агааржуулах саван дах усны найрлагад байгаа химийн бодисуудын дотроос сульфатууд (SO_4^{2-}), магнийн давснууд (MgSO_4 MgCl_2), химийн урвалд оролцдоггүй ионууд (Cl^- , Na^+ болон бусад) бетон, арматурын өгөршил-зэврэлтэнд тэргүүлэх нөлөөлөл үзүүлдэг байна. Харин усны найрлагад байгаа кальцийн гидросульфамюминатын концентраци, хүчил, шүлтийн орчны түвшин зэрэг нь бетон, арматурын өгөршил-зэврэлтэнд, эвдрэл гэмтэлд төдийлөн их нөлөөлөхгүй байна;
4. Бетонд явагдах өгөршлийн процессын төрлийг уг байгууламжийн хувьд авч үзвэл өгөршлийн бүх гурван төрөл бүгд явагдаж байгаа

боловч эдгээрээс 2-р төрлийн буюу химийн урвалаар явагдаж өгөршил давамгайлж байгааг тогтоов;

5. Нүүрс хүчлийн хий, амиак зэрэг хийн орчноос өгөршлийн процесст үзүүлэх нөлөөлөл усан орчны үйлчлэлээс илүү байгаа нь тогтоогдов;
6. Эрдэнэтийн бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн бетон, төмөрбетон бүтээцүүдэд үүссэн эвдрэл, гэмтлүүд нь хөлдөлт-гэсэлт, чийгшилт-хуурайшилт байнга өөрчлөгдөж байдаг бүсэд хамгийн түгээмэл ажиглагдаж байгаа бөгөөд үүнд хамгийн их нөлөөлсөн хүчин зүйлс нь уур амьсгалын хүчин зүйлс, тухайлбал хөлдөлт-гэсэлтийн үйлчлэл болохыг бидний судалгааны дүн харуулав.

Цэвэрлэх байгууламжийн бүтээц, элементүүдэд үүссэн эвдрэл, гэмтлийг засаж арилгах чиглэлээр дараах зөвлөмжүүдийг санал болгож байна.

- a) Юуны өмнө өгөршил болон бусад эвдрэл гэмтэлийг гарахад нөлөөлж буй гол хүчин зүйлсийг арилгахад анхаарал тавьж, ашиглалтын явцад зохион байгуулах арга хэмжээний төлөвлөгөө, дүрэм журам боловсруулах;
- b) өгөршилд нөлөөлсөн хүчин зүйлсийн төрөл, өгөршлийн төрлөөс хамааруулан өгөршилд орсон бүтээц, элементүүдийн чанарыг сэргээн засварлах ажлыг холбогдох норм, дүрэм [8]-ийн заалтын дагуу гүйцэтгэх;
- c) Хөлдөлт болон өгөршлийн нөлөөгөөр бетон нь үйрч бутрах эвдрэлд орсон ус агааржуулах сав (аэротенк)-ны гүүрэн замын даацын төмөр бетон хавтангуудыг буулгаж, шинэчлэх.

2. Улаанбаатар хотод угсармал орон сууцны барилгын төмөрбетон бүтээцийн төлөв байдлыг үнэлэх судалгаа. Улаанбаатар хотын XII хороололд баригдсан орон сууцны 10, 11 А, 11Б, 12, 13 -р байруудыг 1963 онд ЗХУ-ын /хуучин нэрээр/ ЦНИИЭП жилищ /Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт индустриальных жилых и массовых культурно-бытовых зданий/ боловсруулсан 1-464С-6-УБ серийн зургийн дагуу барьсан байна. Барилгын бүтээцийг оношлох ерөнхий схем /ISO норм/- ийн дагуу бид урьдчилсан оношлогоог 10, 11А, 11Б барилгууд дээр, нарийвчилсан оношлогоог 11А барилга дээр явуулсан судалгааны дүнг энэ эмхэтгэлд нэгтгэн оруулав.

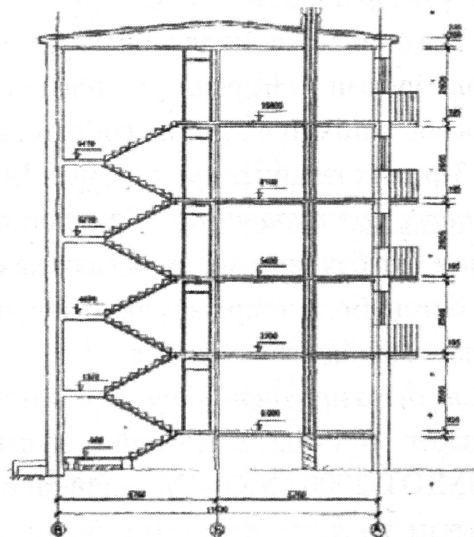
a) Барилгын бүтээц, элементүүдийн зураг баримт бичгийг судлах, бодит байдалтай тулган шалгах урьдчилсан оношлогоо. Барилгын бүтээцийн схемийг сонгохдоо 7 баллын газар хөдлөлийг бодолцож каркасгүй, хөндлөн ба дагуу даацын ханатай, хүрээ тулгууртай хучилтын хавтантайгаар төсөллөсөн байна. Хөндлөн, дагуу даацын хана, давхар хоорондын болон хучилтын хавтан нь барилгын найдвартай тогтвор, хөшүүнийг хангана.

Барилгын үндсэн хэмжээсүүдийг төсөлд:

Барилгын урт	58.2м
Барилгын өргөн	11.52 м
Давхарын өндөр	2,7 м,
Хөндлөн алхам	5,76 м,
Дагуу алхам	2,6, 3,2 м гэж заасан нь бодит байдалтай тохирч байна.



Зураг.1.19. Угсармал орон сууцны барилга



Зураг.1.20 Барилгын хөндлөн зүсэлт

Барилгын гадна ханыг НС1, НС1-2, НС2, НС3, НС3-3, НС4, НС4-2, НС5 гэж маргалсан бөгөөд нийтдээ 250 ширхэг гадна хана байна. Гадна хана нь 3 үеэс тогтох бөгөөд дотор талын үе нь арматуран тортой 80 мм зузаан хүнд бетон, гадна үе нь арматуран тортой 40 мм зузаан хүндбетон бөгөөд хооронд нь 180 мм зузаантай хагас хөшүүн эрдэс хөвөн дулаалгатай байна.

Дотор хана нь барилгын хамгийн гол хариуцлагатай даацын элемент бөгөөд газар хөдлөлийн үед түүний бат бэхээс нийт барилгын бат бэх хамаарах юм. Дотор ханыг ВС1, ВС2, ВС2-2, ВС3, ВС3-2, ВС4, ВС5, ВС6, ВС7, ВС7-2, ВС3, ВС9, ВСЮ, ВС11 гэж зураг дээр маркласан байна.

Дотор ханыг 200 маркийн бетоноор хийсэн бөгөөд шалгасан дүнг 1 -р хуснэгтэнд үзүүлэв. Дотор ханыг 0.0 түвшнээс дээш 120 мм зузаантай, 0.0 түвшнээс доош 140 мм зузаантай хийхээр зурагт заасан нь бодит байдалтай тохирч байна. Дотор ханыг тороор болон зарим хэсэгт каркасаар арматурчилсан нь зурагтайгаа тохирч байна. Хучилтын хавтан нь барилгын огторгуйн хөшүүнийг хангахаас гадна гол даацын элемент юм. Хучилтын хавтанг давхар хоррондын ба дээд давхрын хучилтын хавтан гэж ангилсан бөгөөд давхар хоорондын хучилтын хавтанг П1, П2, П2а, П2Т-2, П2Т-3,

П2Т-4, П2Т-5, П2-7, П2-8, ПЗТ, ПЗТ-2, дээд давхрын хучилтын хавтанг ПУ1, ПУ1а, ПУ2, ПУ2а, ПУ2Т-2, ПУ2Т-3, ПУ2Т-4, ПУ2Т-5, ПУ2Т-6, ПУ2Т-7, ПУ2Т-8 гэж зураг дээр маркласан байна. Хучилтын хавтанг доод хэсэгт ажлын тороор, дээд хэсэгт хийцлэлийн 2 тороор арматурчилж, 200 маркийн бетоноор хийжээ. Барилга нь цутгамал шугаман суурьтай, бетоны марк нь М150 байна. Суурь дээр гадна ба дотор ханыг байрлуулж бэхлэх элементүүдээр холбосон байна.

Урьдчилан оношлогооны үед зоорийн давхар болон бүх айлаар орж бүтээцэд үүссэн хагарал, ан цав өгөршлийг бүртгэн авч, нарийвчилсан оношлогоог хийх цэгүүдийг сонгож авлаа. Мөн 10 байрны 60, 57 тоотын айлууд 3-р тэнхлэгийн дагуух даацын ВС7, ВС8 ханыг нураасан байна.

б) Нарийвчилсан оношлогоо. Нарийвчилсан оношлогоогоор даацын төмөрбетон бүтээцийн бат бэх, ан цав, хучилтын хавтангуудын арматурын хамгаалах үеийн зузаан, бетон болон арматурын зэврэлт, ширээлтийн оёдлын чанар, хэв гажилтыг нарийвчлан судлалаа.

Барилгын бүтээцүүдийн бат бэх. Дотор хана, гадна хана, хучилтын хавтан, суурь зэрэг бүтээц, тэдгээрийн уулзвар зангилааны бетоны бат бэхийг DIGISHMIDT-2000, УКБ-1М, Кашкаровын алх зэрэг багажуудаар шалгаж, туршилтын үр дүнд статистик боловсруулалт хийлээ. Жишээ болгож дотор ханын бетоны бат бэхийг шалгасан дүнг үзүүлээ /1-р хүснэгт./

- Бат бэхийн дундаж үзүүлэлт R_m

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{10660}{35} = 304.57 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Энд: n - Бат бэхийн хэмжилтийн тоо;

R_i - дурын i -р хэмжилтийн үеийн бат бэх;

- Дундаж квадрат хазайлт буюу стандарт S_m

$$S_m = \sqrt{\frac{n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_k \Delta_k^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{4 * 44.57^2 + 34.57^2 + \dots + 2 * 5.43^2 + 6 * 15.43^2 + 3 * 24.43^2 + 6 * 34.43^2}{35 - 1}} = 25.95$$

Энд: n_i - нь хэмжилтээр R , бат бэх үзүүлсэн хэмжилтийн тоо гэх мэт n_2, \dots, n_k нь хэмжилтийн адил утга заасан тоо

$\Delta_1 = R_m - R_1$ $\Delta_2 = R_m - R_2$... $\Delta_n = R_m - R_n$ тухайн хэмжилтийн бат бэхийн хазайлт.

Дотор ханын бат бэхийг шалгасан дүн

Байрлал /марк/	Тэнхлэг	Бетоны бат бэх кг/см ²		Бетоны тооцооны, бат бэх, кг/см ²
		DigiShmidt 2000	УКБ-1М	
2тоот /BC6/ BC9 BC10 BC4 BC8 BC3 BC7 BC7-2	19-20-Б 21- А-Б 22-21 - Б 20-21 -Б 20-А-Б 19- А-Б 20-А-Б 21-А-Б	350 340 340 350 340 300 330 350	340 320 320 330 340 290 290 330	340 320 320 330 340 290 290 330
8 тоот BC2-2 BC8 BC7 BC2 BC1 BC6 BC4 BC11a	18-Б-В 17- Б-В 17-Б-В 16-Б-В 15- Б-В 18-17-Б 17-16-Б 16- 15-Б	280 340 300 320 340 340 320 340	270 300 310 300 350 340 320 320	270 300 300 300 340 340 320 320
20 тоот BC4 BC2 BC7 BC8 BC2-2	16-17-Б 16- Б-В 17-Б-В 17-Б-В 18- Б-В	340 320 320 300 260	340 310 320 290 260	340 310 320 290 260
52 тоот BC9 BC7-2 BC7 BC8 BC2-2 BC10 BC4 BC6 BC2-2 1дав BC2-2 2дав BC2-2 3дав BC2-2 1дав BC2-2 2дав BC2-2 дав	2-Б-В 2-Б-В 3-Б-В 3-Б-В 4-Б-В 1-2-Б 2-3-Б 3-4-Б 11-Б-В 11- Б-В 11-Б-В 12-Б-В 12-Б-В 12-Б-В	320 350 300 310 280 310 350 350 260 280 300 260 260 280	300 320 290 300 280 310 340 330 260 280 280 260 280 280	300 320 290 300 280 310 340 330 260 280 280 260 260 280

- Вариацийн илтгэлцүүрийг тодорхойлж v_m

201300 157

$$v_m = \frac{S_m}{R_m} = \frac{1}{R_m} \sqrt{\frac{n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_k \Delta_k^2}{n-1}} = \frac{25.95}{304.57} = 0.085$$

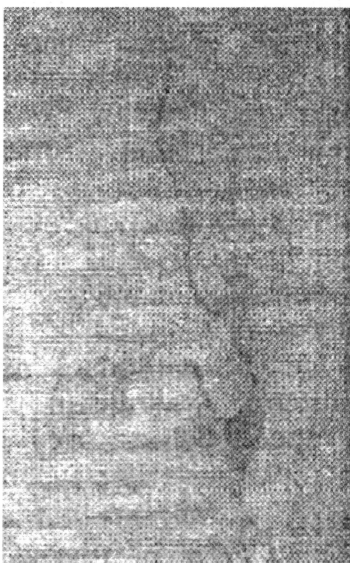
Бетоны бат бэхийг тодорхойлъё R_b

$$R_b = R_m(1 - \chi v_m) = 304.57(1 - 1.64 \cdot 0.085) = 262 \text{ кг/см}^2$$

Энд: χ - найдваржилтын илтгэлцүүр,

Энэ илтгэлцүүр нь бат бэхийн магадлалаар тодорхойлогдно. Төмөр бетон бүтээцийн нормд 95%- ийн магадлалтай байхаар бодож $\chi=1.64$ -өөр авахаар заасан байдаг. Эндээс дүгнэхэд дотор ханын бетоны бат бэх /зураг төсөлд М200 байгаа/ хангалттай сайн байна.

в) Бүтээцийн ан цав. Ан цавын талаар өмнөх урьдчилсан оношлогоогоор



"тогтоосон боловч дараа нь МИР-2 микроскопын болон хэт авианы багажын /УКБ-1М/ тусламжтай нарийвчлан хэмжсэн. Оношлогооны явцад хучилтын хавтангийн ан цав, ханын хавтангуудын уулзварын ан цав гэсэн 2 бүлэг ан цавууд тааралдсан. 24, 45, 48, 57 тоотын айлуудын унтлагын өрөөний хучилтын хавтанд ан цавууд гарсан байна, Хучилтын хавтангийн ан цавын өргөн нь 0.01-0.02 мм байгаа нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага байна. Түүнчлэн 6, 7, 14, 34, 42, 45, 46, 58 тоот айлуудын хаалганы дээр байрлах хучилтын 2 хавтангын уулзвараар ан цав гарсан бөгөөд өргөний хэмжээ нь 0.02-1 мм байна /зураг.1.21/.

Зураг.1.21. Хучилтын хавтангийн уулзварын ан цав.

Даацын дотор хананд босоо болон ташуу ан цав байхгүй. Харин гадна хана дотор ханын уулзвараар босоо ан цавууд нилээд айлуудад тааралдлаа. Үүнд: 6,16, 17, 25, 29, 42, 45, 48, 57. Энэ ан цавуудын өргөн 0.0-1-0.1 мм байна.

Энэ ан цавууд нэвт биш бөгөөд гүний хэмжээ нь харилцан адилгүй байна. Гадна ханын дулаалга заадсын бетон чигжээс унасан газар нилээд таарч байгаа нь дулаалга хийх их засвар шаардлагатай байна.

2.2.Хучилтын хавтангын арматурын хамгаалах үеийн зузаан. Хучилтын хавтангийн даацад бетоны бат бэхийн дараагийн хамгийн их нөлөөлдөг зүйл бол арматурын хамгаалах үеийн зузаан юм. Арматурын хамгаалах үеийн зузааныг ИЗС-2 багажаар хэмжлээ. Хэмжилтэнд голлон зоорийн, давхар хоорондын хавтангууд хамрагдлаа 1-р хүснэгт.

- Арматурын хамгаалах үеийн дундаж үзүүлэлт a_m

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{200.8}{20} = 10.04 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Энд: n - Арматурын хамгаалах үеийг хэмжсэн хавтангийн тоо; a_i - дурын i -р хэмжилтийн үеийн арматурын хамгаалах үе.

- Дундаж квадрат хазайлт буюу стандарт S_m

$$S_m = \sqrt{\frac{n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_k \Delta_k^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1 * 0.14^2 + 12 * 0.04^2 + 5 * 0.06^2 + 2 * 0.16^2}{20-1}} = 0.075$$

Энд: n_1 - нь хэмжилтээр a_1 арматурын хамгаалах үеийн хэмжилтийн тоо гэх мэт $n_2 \dots n_k$ нь хэмжилтийн адил утга заасан тоо

$\Delta_1 = a_m - a_1, \Delta_2 = a_m - a_2, \dots, \Delta_n = a_m - a_n$ тухайн хэмжилтийн арматурын хамгаалах үеийн хазайлт.

- Вариацийн илтгэлцүүрийг тодорхойлж v_m

$$v_m = \frac{S_m}{a_m} = \frac{1}{a_m} \sqrt{\frac{n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_k \Delta_k^2}{n-1}} = \frac{0.075}{10.04} = 0.0075$$

Дээрх хэмжилтээс үзэхэд хучилтын хавтангийн арматурын хамгаалах үеийн зузаан хэвийн байна.

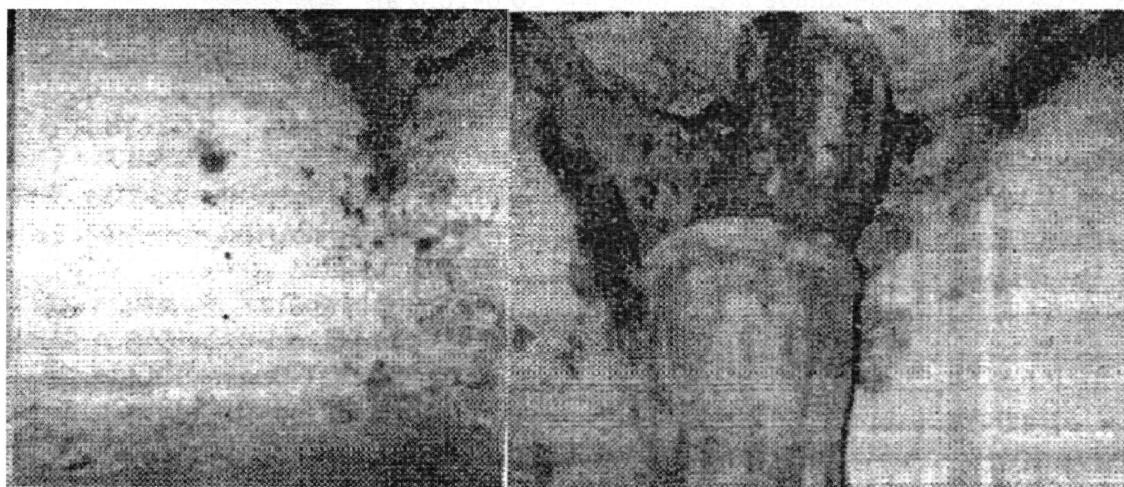
г) Бүтээцийн ган холбоосуудын зэврэлт. Төмөр бетон бүтээцийн хувьд арматур болон нарийвч /хэсэглэл, холбоос/, бетоны өгөршил элбэг тохиолддог. Энэ барилга дээр арматурын зэврэлт бараг байхгүй байна. Бид хэд хэдэн газар ухаж фенофталений уусмал цацахад өнгө хувирахгүй байгаа гүний хэмжээ 0.1-0.5 мм байна. Энэ нь рН -ийн хэмжээ 9.3 -аас их байгааг илтгэж байна. Бетоны рН -ийн хэмжээ 9.8 -аас дээш байвал арматур зэврэлтээс бүрэн хамгаалагдсан байна гэж үздэг юм. Үүнээс гадна 20 номерийн хаалгатай айлын ханын уулзварын чигжээс бетоныг засвар хийх үед нь ховхлож үзэхэд нарийвчид өгөршлийн шинж байсангүй. Түүнчлэн 3-р орцонд мөн ханын уулзвар зангилааны бетоныг ховхлож үзлээ.

Харин 1-р орцын подвальд шатны доод хавиргат хавтангийн тулгуур нарийвч хэсэглэлийн холбоос нилээд зэврэлтэнд оржээ.

Дээврээс байнга ус алдсанаас болж 19, 59 тоот айлуудын зарим хана хучилтын хавтан биологийн өгөршилд орж мөөгөнцөрдсөн байна зураг.1.22 Энэ нь биологийн өгөршлийн нэг төрөл бөгөөд тодорхой хугацаанд бетоны бөх бат өсч /хуурамч бэхжилт гэж нэрлэдэг/ байгаад 6-10 жилийн дараа бетоны бат бэх огцом буурч бутарч эвдэрдэг юм. Энэ бетоны өгөршлийн шалтгаан нь дээвэр дээр ус байнга тогтож аажмаар шүүрч байсан, мөн ариун цэврийн өрөөний агааржуулалтын нүхийг хааснаас болжээ.

Хучилтын хавтангийн арматурын хамгаалах үеийн зузаан

Хучилтын хавтангийн марк	Тэнхлэг	Багажны заалт мм	Дундаж хазайлт $\bar{a} - a_i$	Дундаж квадрат хазайлт $(\bar{a} - a_i)^2$
2Т-4 П2Т-2	18-19-А-Б 19-20-	10	-0.04	0.0016
П1а	А-Б 20-21-А-Б 20-	10	-0.04	0.0016
П1а	21 -Б-В 17-18-А-Б	10	-0.04	0.0016
П2а	16-17-А-Б 15-16-	10.2	0.16	0.0256
П1	А-Б 15-16-Б-В 16-	10.1	0.06	0.0036
П2	17-Б-В 1-2-А-Б	10	-0.04	0.0016
П2	2-3-А-Б	10	-0.04	0.0016
П1а	3-4-А-Б	10	-0.04	0.0016
П2-7	4-5-А-Б	10	-0.04	0.0016
П1а	5-6-А-Б	10	-0.04	0.0016
П2Т-3 П2Т-	6-7-А-Б	10.1	0.06	0.0036
4 П2Т-2	7-8- А- Б	10	-0.04	0.0016
П1	7-8- Б-В	10	-0.04	0.0016
П2	6-7-Б-В	10.1	0.06	0.0036
П2		9.9	-0.14	0.0196
П1а	15-16-Б-В 15-1	10.1	0.06	0.0036
8 тоот		10.2	-0.16	0.0256
П-2		10.1	0.06	0.0036



Зураг.1.22. Ус зайлуулах хоолойн орчимд бетоны өгөршилт явагдаж байгаа нь

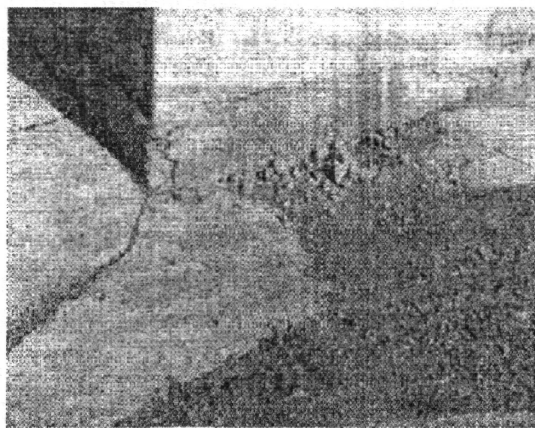
д) Ханын хавтангуудын уулзварын нарийвч хэсэглэл эд ангийн ширээлтийн оёдлын чанар. Далд оёдлын чанарыг шалгах орчин үеийн хамгийн найдвартай арга нь радиографийн арга байдаг бөгөөд манай сургуульд түүнчлэн манай улсад байгаа үүсгүүрүүд нь 20 см-ээс илүү зузаантай бетоныг нэвтлэх чадалтай үүсгүүрүүд байхгүй байна. Иймд энэ аргыг хэрэглэх бололцоогүй учир засвар хийж буй айлууд /20 ,8 тоот/-ын болон коридорын

ханын шпонк болон заадсын бетоныг ховхлон авч нарийвч шалгалаа. Энэ шалгасан ширээлт /гагнаас/ -ийн оёдлын чанар сайн байна.

е) *Барилгын хэв гажилтын судалгаа.* Барилгын суурийн суултыг НЗ нивелирээр битүү сэлгэц байгуулан 6 цэгээр дамжуулан нивелирээр хэмжсэн.

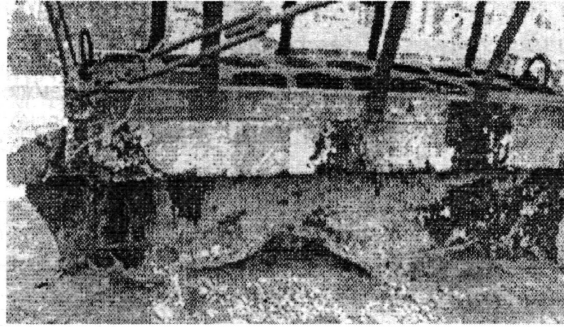
Хэмжилтийн үр дүнгээр нивелирийн цэгүүдийн өндрийг тодорхойлж, барилгын зүүн урд булангийн цэгт харьцуулан өндрийн зөрүүг сантиметрээр тооцсон. Энэ хэмжилтийн үр дүнгээс харахад энэ байр нь урагшаа бага зэргийн хазайлт байна. Энэ хазайлт барих үед ч ийм байсан байж болох учир одоо дүгнэхэд төвөгтэй юм. Харин энэ хэмжилтийн үр дүнг ашиглан дараагийн хэмжилтийн үед дүгнэж болно.

Барилгын хазайлтыг Швейцарийн фирмийн ТС-800 маркын электрон тахеометрээр хэмжиж, хэмжилтийн үр дүнг бүдүүвч зураг дээр тусган үзүүлэв. Барилгын баруун хойд хэсгийн хаяавч бетон доош суусан байгаа нь гаднаас ус барилга руу ордог мөн баруун хойд булан руу дотор талаас их ус алддаг тал ажиглагдаж байна. Барилгын хавтангуудын хотойлтыг шалгах бололцоо байсан /багаж байгаа/ боловч урьд өмнөхтэй харьцуулах хэмжилтийн үр дүн байхгүй түүнчлэн хучилтын хавтанд ан цав гараагүй, ажиглагдах хотойлт байхгүй учир шалгах шаардлагагүй гэж үзлээ.



Зураг.1.23. Барилгын хаяавч доош суусан байдал.

ё) *Барилгын бусад элементүүдийн тухай.* Тагтны төлөв байдал хэвийн байв. Утааны яндангийн дээд хэсэг 1 орцын яндангуудын хамгаалах хар цаас урагдаж үгүй болсноос халуун, хүйтний нөлөөнөөс бетон бутарч унасан байна. Барилгын гадна ханын заадасаар шавардлага их унасан байна Шатны төлөв байдал хэвийн байна. Харин 1-р орцны шатны доод хавтангийн тулгуур нарийвч хэсэглэлийн зэврэлтэнд орсоньг хүчитгэх шаардлагатай байна. Барилгын дээвэр маш их хуучирсан, барилгын баруун талдаа илүү муудсан байна.



Зураг.1.24. Утааны яндангийн бетон халуун хүйтний нөлөөгөөр бутарч эвдэрсэн байдал.

Дүгнэлт: Дээрх оношлогооноос үзэхэд барилгын даацын элементүүдийн бетоны бат бэх сайн, ан цавын өргөн, барилгын хэв гажилт хэвийн, хучилтын хавтангын арматурын хамгаалах үе, хотойлт хэвийн, нарийвч хэсэглэлийн холбоосын ширээлт /гагнаас/-ийн оёдлын чанар хэвийн байгаа зэргээс үзэхэд барилгын ерөнхий төлөв хэвийн байна. Уг барилга 7 баллын газар хөдлөлд тооцсон, харин барилга барьсан газар 6 баллтай байгаа учир газар хөдлөлийн нэмэлт арга хэмжээ авах шаардлагагүй. Арматур, нарийвч хэсэглэлийн холбоос болон бетоны өгөршил байхгүй /шатны хавтангийн тулгуураас бусад/. Гэвч энд зайлшгүй анхаарах нэг зүйл нь бетоны эдлэлүүдийн биологийн өгөршил юм. Биологийн өгөршил /мөөгөнцөр/ зарим айлын ариун цэврийн өрөөний бетон хана, хучилтын хавтанд ихээхэн байгаа нь барилгын даацад муугаар нөлөөлөхөөс гадна хүний эрүүл ахуйд хортой юм.

3. Улаанбаатар хотын угсармал орон сууцны барилгуудын бетоны биологийн өгөршилийн судалгаа. Бетоны биоэвдэрэл нь бактер, мицелиалийн мөөгөнцөр, актиномицетийн нөлөөлөөр явагддаг. Бетонд 200 гаруй төрлийн мөөгөнцөр амьдрах чадвартай байдаг юм. Мөөгөнцөр нь эхлээд бетоныг хуурамчаар бэхжүүлдэг. Дараа нь тодорхой хугацааны дараа (2-8 жил) бетон өөрөө бутарч эвдэрдэг болохыг судлаачид тогтоосон байна. Угсармал барилгын дээд давхарын айлуудын бие засах суултуур, банны өрөөний агааржуулалт муу, дээврээс ус алддаг дээвэр, ханаар дулаан алдагддаг заадас, ханаар мөөгөнцөр илүү их ургасан байдал нилээд түгээмэл байдаг. Ийм учраас Улаанбаатар хотын угсармал зарим байрны хөгц мөөгөнцөрийн тархалт, төрөл зүйлийг тодорхойлоход уг судалгааны ажлын зорилго оршиж байв.

Судалгааны ажлын арга зүй. Уг судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхдээ бид хөгц мөөгөнцөртэй ажиллахад баримталдаг микробиологийн арга зүйг ашигласан. Дээж авахдаа бетоны хөгц ургасан хэсгээс ариутгасан чимхүүрээр авч, 9 мл цэвэр усанд хийж, 6 цагийн дотор лабораторит ялгах ажлыг хийсэн. Хөгц мөөгөнцөр ялгаж авахдаа хатуу тэжээлт орчин болох сусло-агар,

Чапекийн агар, Сабуро агар зэргийг ашиглан гадаргуугын аргаар суулгац хийж, 27°C хэмд 3-7 хоног өсгөвөрлөсөн.

Хөгцний эсийн зургийг Nicon фирмийн микроскопын тусламжтайгаар 150 өсгөлтөөр авсан болно.

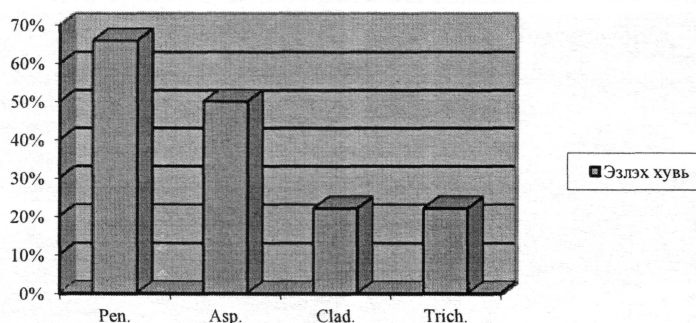
Судалгааны үр дүн. Улаанбаатар хотын 1, 2, 3, 4, 15, 19 хорооллын угсармал барилгуудын төмөрбетон бүтээцүүд дээр үүссэн мөөгөнцөрүүдээс дээж авч шинжилгээг явуулсан үр дүнг хүснэгт.1.3-д харуулав. Судалгаанд хамрагдсан 18 барилгын 3 барилгаас бусдад нь мөөгөнцөр үүссэн байв.

Хүснэгт.1.3

Мөөгөнцөрийн судалгаа

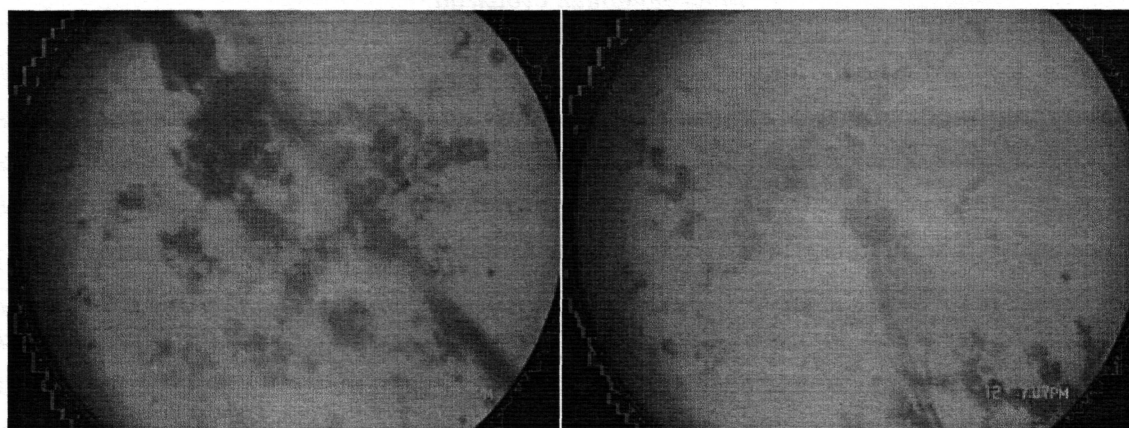
№	хороолол	байр	өрөө	Мөөгөнцөрийн төрөл
1	I	1	39, 65	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
2	II	46	100	<i>Cladosporium, Aspergillus</i>
3	II	48	-	
4	II	49	-	
5	III	31	39	<i>Penicillium, Cladosporium</i>
6	III	32	15	<i>Treichoderma,</i>
7	IV	53	29, 40	<i>Penicillium, Cladosporium</i>
8	IV	54	2, 39, 40	<i>Treichoderma, Penicillium,</i>
9	XV	1	-	
10	XV	2	28, 45	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
11	XV	38	44	<i>Penicillium, Treichoderma,</i>
12	XV	110	58	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
13	XV	111	58	<i>Treichoderma, Cladosporium</i>
14	XV	113	1, 21	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
15	XV	118	28, 30	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
16	XIX	3	28, 31, 44, 51	<i>Penicillium, Aspergillus Cladosporium</i>
17	XIX	4	18	<i>Penicillium, Aspergillus</i>
18	XIX	8	96	<i>Penicillium, Aspergillus</i>

Судалгаанд хамрагдсан байрнуудаас *Penicillium, Aspergillus, Cladosporium, Treichoderma* төрлийн мөөгөнцөрүүд илүү давамгайлж байна (9, 10). Илэрсэн хөгц мөөгөнцөрийн тархалтыг тодорхойлоход хамгийн их тархсан төрөл нь *Penicillium* байна. Үүнийг диаграммаар харуулав (Зураг 1.25).

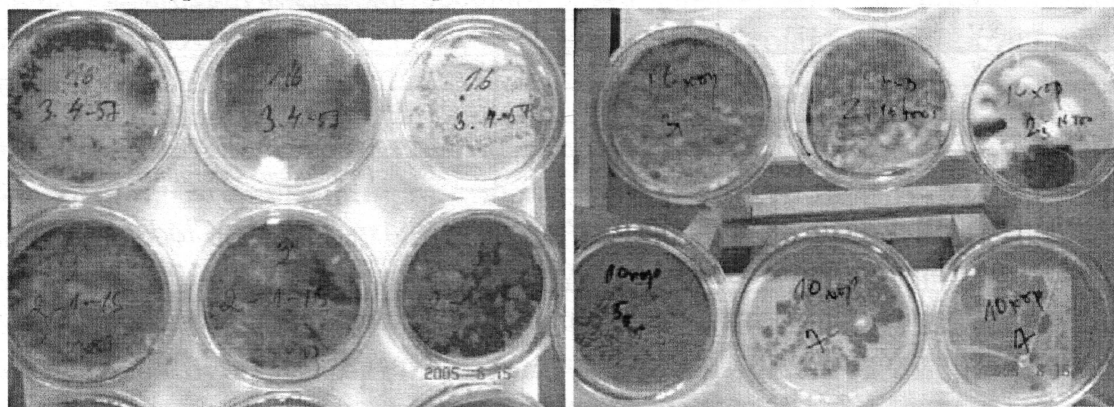


Зураг.1.25. Илэрсэн хөгц мөөгөнцөрийн эзлэх хувь

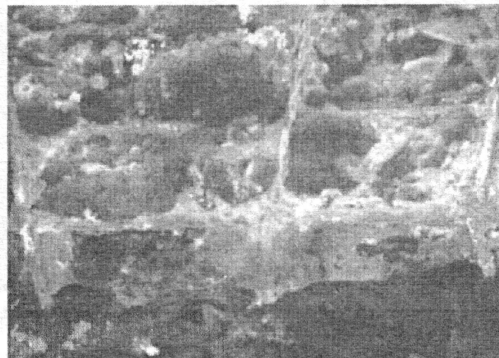
Судалгааны явцад илрүүлсэн хөгц мөөгөнцөрүүд нь бетоны бүтцэд нөлөөлөөд зогсохгүй хүний биед хортой нөлөө үзүүлдэг аюултай. Пенициллин болон аспергилиусын төрлийн мөөгөнцрүүд хорт токсин ялгаруулдаг бөгөөд хүний биед орсон тохиолдолд хуримтлагдаж, цаашдаа хавдар үүсгэж болзошгүй байдаг. Иймд иргэдийн оршин суудаг байрны хөгцний тархалтыг зогсоохын тулд хамгийн түрүүнд давамгайлах төрөл зүйлийг тогтоож, тэдгээрт нөлөөлөх химийн болон биологийн хүчин зүйлүүдийг судлаж, амьдралд нэвтрүүлэх хэрэгтэй. Иймд бид судалгаагаараа Улаанбаатар хотын бетон бүтэцтэй байранд илүү ихээр тархсан хөгц мөөгөнцрүүдийг тогтоосон болно.



Зураг.1.26. Мөөгөнцөрийн эсийн зураг /Aspergillus, 150 өсгөлт/



Зураг.1.27.Мөөгөнцөрийн шинжилгээний явцаас



Зураг.1.28. Барилгын бетон дээр ургасан мөөгөнцөрийн байдал

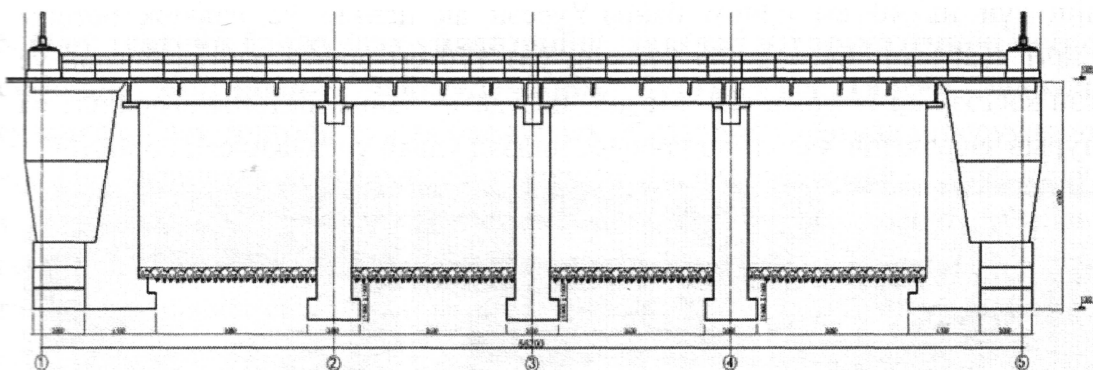
Мөөгөнцөрийн шинжилгээний дүгнэлт:

- Угсармал төмөрбетон барилгын бүтээцэд үүссэн биологийн өгөршлийг арилгах, хүн амын эрүүл орчинд амьдрах боломжийг эн тэргүүнд хангах шаардлагатай байна.
- Угсармал барилгын дулааны алдагдлыг багасгах судалгааг хийж, дулааны алдагдлыг багасгах ашигтай хувилбарыг боловсруулах шаардлагатай байна.
- Судалгаанд хамрагдсан байшинд хамгийн их тархсан хөгц мөөгөнцөр нь *Penicillium* төрлийнх байна. Цаашид эдгээр хөгцний өсөлтийг бууруулах, зогсоох үйлчилгээтэй химийн бодисыг сонгон авах ажлыг үргэлжлүүлэн хийх шаардлагатай.

4. Сэлбэ голын гүүрийн төмөрбетон тулгуурын эвдрэлийн оношлогоо.

Улаанбаатар хотын төв дундуур урсах сэлбэ голын 100 айлын (одоогийн нэрлэж заншснаар) гүүрийг 1960 онд БНХАУ-ын мэргэжилтэнүүд зураг төслийг боловсруулж, БНХАУ-ын барилгачид барьсан. Дараа нь 1980 онд тээврийн яамны харьяа ТЭШЗТИ –д “их тойргийн сэлбийн төмөрбетон гүүр” нэртэйгээр боловсруулсан байна.

Энэ гүүр нь (4) алслалтай завсрын (3) тулгууртай, 11,36 м өргөн төмөрбетон гүүр юм. Захын тулгуурын суурь нь 7,1x9,6x1,5м хэмжээтэй, тулгуурын их бие нь 2,8x8,4x3,96 м хэмжээтэй. Захын суурь 2,2м-2,6 м –ийн гүнд суусан. 1985 онд засвар шинэчлэлт хийгдсэн боловч нэг тулгуурын (баруун талаасаа хоёр дахь) бетон өгөршиж эвдрэлд орсон тул тулгуурыг буулгаж шинээр хийсэн билээ. Сэлбийн гүүрний ерөнхий схемийг Зураг.1.29-д үзүүлэв.



Зураг.1.29. Сэлбийн 100 айлын гүүрийн схем

Сэлбийн гүүрний тулгуурын бүтээцийн ан цав, эвдрэлийн шалтгаан.

Гүүрийн 4 –р тэнхлэгийн тулгуурт 40 см гүн, 170 см урттай хөндлөн ан цав үүссэн учраас ан цаваар ус орж бетон болон арматур их хэмжээгээр өгөршиж зэвэрч уг тулгуур ачаалал даах чадвараа бүр мөсөн алдсан. Харин ачааллаас үүдэлтэй босоо чиглэлийн ан цав тулгуурт үүсээгүй байна. Энэ үүссэн хөндлөн

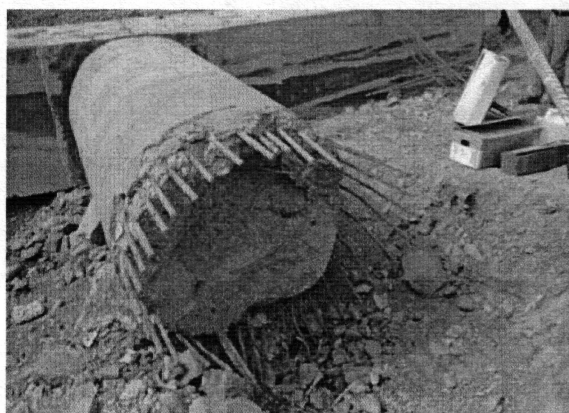
ан цав нь худагны цулжуулсан бетон, тулгуур хоёрын заадлаар үүссэн байна. Энэ нь тулгуур даах чадвараа алдаж унах гол шалтгаан болсон.



Зураг.1.30. Сэлбийн гүүрний байдал

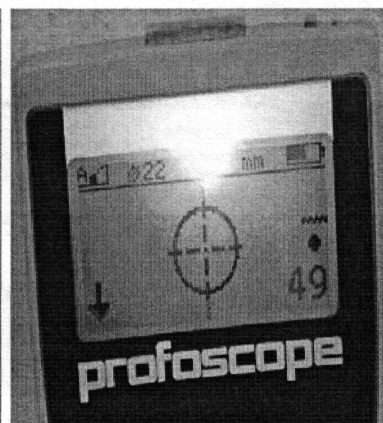
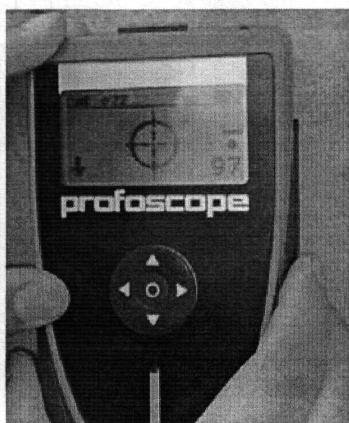
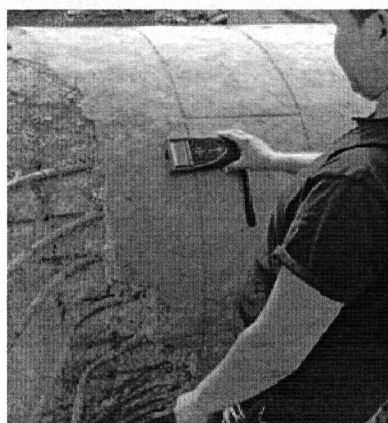


Зураг.1.31. Зүүн талаас 4-р тулгуур унасан байна.



Зураг.1.32. Ан цаваар ус нэвчиж бетон арматурыг өгөршүүлсэн байдал

Тулгуурын тасарсан хэсгээр ус нэвчиж орсон мөр үлдсэн. Ус нэвчсэн хэсгийн гүн нь 40 см орчим байна. Үүссэн ан цаваар ус нэвчиж бетоны өгөршилт явагдсан бөгөөд энэ хэсгийн урт 170 см орчим байгаа бөгөөд ус нэвчсэн хэсгээр арматурын ган зэвэнд идэгдсэн байна. Бетоны өгөршилт ба арматурын зэврэлтийг үзвэл энэ процесс нилээд удаан үргэлжилсэн бололтой.



Зураг.1.33. Гүүрний тулгуурын арматурын хамгаалалтын үеийн зузааныг хэмжилт.

Хэмжилтийн дүнгээс үзэхэд нурсан тулгуурийн арматурын хамгаалалтын үеийн зузаан нь 27 мм, 3-р тулгуурын арматурын хамгаалалтын үеийн зузаан 97 мм, 2-р тулгуурын арматурын хамгаалалтын үеийн зузаан 49 мм байв. Өөрөөр хэлбэл арматурын зузаан харилцан адилгүй бөгөөд нурсан тулгуурынх бага байна.

Эвдэрсэн тулгуурын бетоноос дээж авч лабораторт чулуунаас нь ялгаж нунтаглаж уусмал болгон шүүгээд усыг нь орчины хэмжигч HI 8010 багажаар шинжилж үзэхэд рН-ийн хэмжээ цэвэр усныхаас их байсан. Өөрөөр хэлбэл цэвэр усны рН=7,23 байхад уусмалын усных 11,29 байсан нь уг бетонд карбонитжилтын үзэгдэл явагдаж байсныг харуулж байна. Нурсан тулгуурт 38 мм гүн кабонажилт явагдсан байжээ. Мөн бетон дахь хлорын хэмжээ ба агаар агууламжийг тодорхойлсон. Нэрмэл усанд 117 мг/л хлор байдаг бол бетоны хольцын уусмалд 49,63 мг/л байсан. Хлорын хэмжээ 2,3 дахин бага байв.

Хүснэгт 1.3.1

Бетоны дахь агаарын агууламжийн хэмжээ

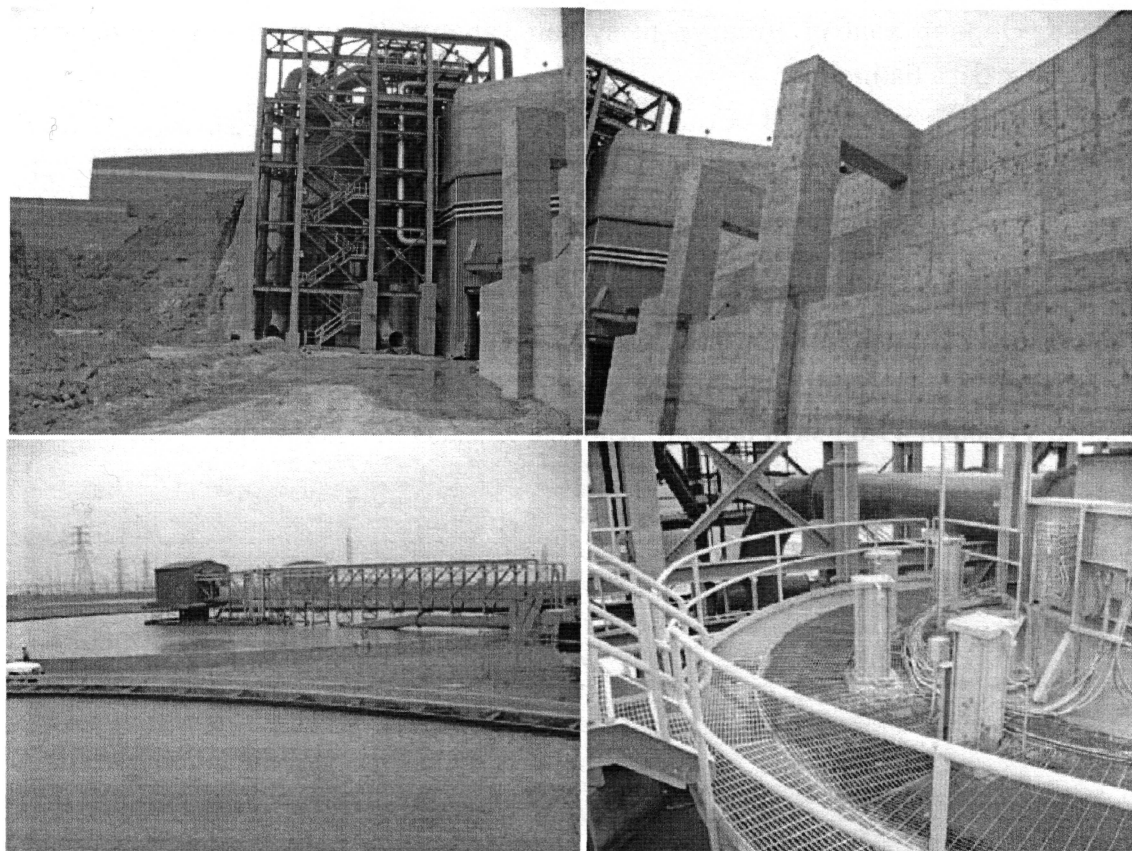
Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Тулгуурын дугаар		
		Б-4	Б-3	Б-2
Агаарын агууламж	%	13.35	2.03	4.76
Агаартай хоосон бөмбөлөгийн хоорондох зай	мм	0.60	0.49	0.46
Агаартай хоосон бөмбөлөгийн хамгийн их голч	мм	3.6	0.8	3.7

Дүгнэлт: Гүүрийн тулгуурын эвдрэл нь үйлдвэрлэлийн гаралтай ан цаваар ус орж үйлчилснээр үүссэн.

5. Оюу толгойн баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэгчийн насосны станцын хонгилын байгууламжийн бүтээцүүдэд гарсан эвдрэлийн судалгаа. Оюу толгойн уулын баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэгчийн насосны барилгын хонгилын бүтээцүүдэд ан цав гарсантай холбогдуулан хонгилын төмөрбетон хананд гарсан бүтээцүүд, буурь хөрсний хүчдэл-хэв гажилтын одоогийн төлөв байдалд үнэлгээ хийж, эвдрэл, гэмтлийн шалтгааныг тодруулах, хүчитгэл засварын талаар техникийн дүгнэлт гарган, зөвлөмж өгөх зорилгоор Оюу Толгой ХХК-ны захиалгаар энэ судалгааны ажлыг хийсэн юм.

Барилгын төлөвлөлтийн шийдэл ба угсралтын гүйцэтгэл. Оюу толгойн баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэгчийн насосны 1-р станцын барилга байгууламж нь хоёр хонгилыг холбосон станцын байрнаас бүрдэх бөгөөд хана, хучилт, суурь нь үргэлждээ цутгагдсан төмөр бетон бүтээц юм. Дотор талын цэвэр хэмжээгээрээ хонгилын их биений өргөн 4м, өндөр 5,2м төгсгөлийн өргөн хэсэгтээ 4,8м өргөн, 5,45м өндөртэй. Суурь, хучилтын зузаан

900мм, ханын зузаан 800мм. Бетоны төслийн бат бэх В35 ангид харгалзана. Ажлын арматур - БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн HRB400.

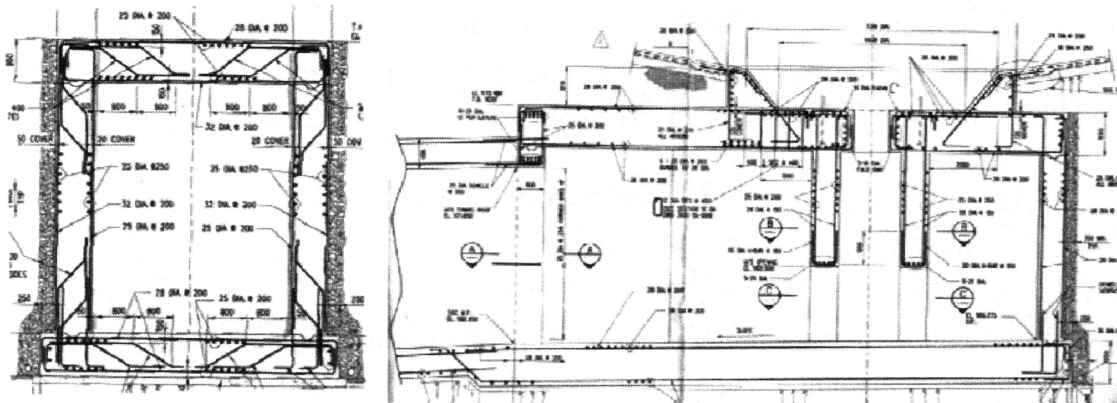


Зураг 1.34. Үйлдвэрийн хаягдлын булингыг 1-р шатны тунгаагуураар дамжуулан өтгөрүүлсэн хаягдлын санруу шахах насосын станцын байгууламжийн гаднах байдал

Хонгилын суурийн нүхийг ухаад 2011 оны 3-р сард хадан хөрсийг (гранодиорит) жигд бус ухагдсан газруудад суурийн ул суух төслийн түвшин хүртэлх хэмжээнд тусгай найрлага бүхий бетоноор тэгшилгээ хийсэн байна. Суурийн хавтангийн ба ханын арматур болон бетон цутгах ажлын явцад хөрсний усанд (өгөршсөн хадан хөрсний ан цаваар дамжсан ус) автаж, ухсан нүхний эрэг нурж нилээд хүнд нөхцөлд дээрх ажлыг гүйцэтгэсэн байна. Туннелийн төмөрбетон хучилтыг 2011 оны 7-р сарын эхээр хийж дуусаад хөрс эргүүлэн хийж, чигжиж нягтруулан хөрсийг төлөвлөлтийн төвшин хүртэл хэдийд хийж гүйцэтгэсэн байна.

Урьд өмнөх судалгаагаар тогтоогдсон зүйлс. Туннелийн хананд ан цав үүссэн байдал улсын комисст өгөхөөс өмнө хийсэн зохиогчийн хяналтаар илэрч, байгууламжийг ашиглалтанд өгөх үед буюу 2013 оны 6-р сард Улсын комиссийн үзлэг шалгалтаар ан цав хэв гажилтын талаар дүгнэлт гаргуулах тухай шийдвэр гарсан байна. 2012 оны 12-р сарын эхээр Төсөл, судалгаа, зөвлөх үйлчилгээний “Олно” ХХК-ний шинжээчид туннелийн хэсгийн ханын бетоны бат бэх болон бетонд үүссэн ан цавын нээгдэлт ба гүнийг тодорхойлох

ажлуудыг хийсэн байна. Энэ судалгаагаар тууш хонгилын хоёр талын хана болон шаланд ан цав үүссэн, эдгээр ан цавууд нь өөр хоорондоо давхацсан байдал ажиглагдсан байна. Хананд үүссэн зарим ан цавуудад ямар нэг чийглэгээс нэвчилт явагдаж, хужир үүссэн байжээ. Үүнээс 5 сарын дараах хэмжилтээр ан цавын өргөн 0,06-0,86 мм болж 2 дахин ихэссэн байна. Мөн ан цавын гүнийг хэмжсэн дүнгээр 31-187 мм болсон байжээ.



Зураг 1.35. Хонгилын төмөрбетон бүтээцийн хөндлөн ба дагуу огтлолын зураг

“Олно” ХХК-ний мэргэжилтнүүдийн 2013 оны 6-р сарын дундуур хийсэн үзлэгээр хонгилын хананд нийт 60-аад урт, богино, шулуун болон салбарласан ан цавууд үүссэн байна. Энэ үед ан цавууд дээр 39 ширхэг маяк тавьсан байсан бөгөөд 0,24 мм өргөнтэй, 34мм гүнтэй ан цавыг хэмжихэд өргөнд өөрчлөлтгүй, гүн нь 61мм болсон байжээ. Бусад ан цавуудыг битүүмжилсэн тул багаж үзүүлэлт заагаагүй байна. Барилгын цутгамал эдлэлийн бетоны бат бэхийг үл эвдэх багажаар шалгахад өөрчлөлт ороогүй хэвийн байсан байна [10].

Арматурчлагдсан бетонон ханан дээрх цууралтын талаарх дүгнэлт “хаягдал өтгөрүүлэгчийн ханан дээр илэрсэн цууралт нь босоо тэнхлэгт 1,5м-ээс 2м-г тогтмол бус зайд үндсэн арматуртай паралель байдлаар илэрсэн. Ханан хийц нь төмөрбетон, хяналтын болон тэлэлтийн заадас хийх боломжгүй тул агшилт /хүйтэн температур/ болон тэлэлтээс /халуун температур/ шалтгаалан бетон нь өөрийн жамаар цууралт үүсгэсэн байна. Эдгээр нь халуун хүйтний харшлын цууралт бөгөөд өргөн нь хүлээн зөвшөөрөгдсөн хэмжээ болох 0,41мм буюу 0,006инч-ээс бага болно” гэжээ.

Насосны станцын хананд үүссэн ан цавын байдалд гаргасан дүгнэлт, цаашид авах арга хэмжээний талаар “Оюу толгой” ХХК-ний Улаанбаатар дахь оффисын хурлын танхимд 2013 оны 5-р сарын 30-ны өдөр болсон хуралдааны тэмдэглэлд “...ажиглалтаар ан цавууд хананд суулгасан илүүдэл ус зайлуулах хоолой болон бэхэлгээний орчинд үүссэн байгаа нь механик гаралтай байх үндэслэл байна. ... ан цав үүсэхэд нөлөөлсөн байж болох нэг зүйл нь уг

бүтээцийг өвлийн улиралд цутгаад халуун агаараар үлээлгэж бэхжүүлсэн байгаа. Энэ нь тодорхой хэмжээгээр нөлөөлсөн байхыг үгүйсгэх аргагүй юм” гээд эцэст нь “буурь хөрсийг судлах зорилгоор өрөмдлөг хийлгэж дээж авч хөрсний физик , механик шинж чанарыг тогтоосон дүгнэлт гаргуулах шаардлагатай ...” гэсэн шийдвэр гаргасан байна.

Бүтээцүүдийн төлөв байдалд хийсэн биет судалгааны дүн. Баяжуулах үйлдвэрийн талбайн геотехникийн судалгааны тайланд одоо баригдсан байгаа өтгөрүүлэгч 1 ба 2-ын доор байгаа цооног ВН64-ийн түвшин 1194,98м, цооног ВН15-ынх 1191,46м, өтгөрүүлэгч 2-ын ВН 17 цооног 1188,85м-т байна гэжээ.

Ажлын зургийн А2МW-3600-15R-029-ийн хуудас 3-т хонгилын шалны түвшин 1164,900 м-т байхаар заасан байна. Суурийн зузааныг зурагт үзүүлснээр 1,5м гэж аваад үүнийг цооногийн түвшингүүдтэй харьцуулж үзвэл суурийн ул газрын гадаргаас 25,45-31,58м гүнд суусан байна. Иймд суурийн ул ихээс дунд зэрэг өгөршсөн гранодиорит дээр тулж байгаа нь тодорхой байна.

Талбайн геотехникийн судалгааны тайланд тэмдэглэснээр “... тооцооны газар хөдлөлтийн магнитуд $M_w=7$ ” гэжээ. Уг тайланд хаягдлын насосны 2 станц нь цул хавтан суурьтай байна гээд хэт өгөршсөн чулуулагт суух суурийн хувьд зөвшөөрөгдөх даац 750 кПа хүртэл байх ба их өгөршсөн чулуулагт бол 1500кПа байж болно. Дунд зэрэг өгөшсөн чулуулагт зөвшөөрөгдөх даац 2500 кПа хүртэл байж болно гэсэн байна. Суурийн нүхийг ухсаны дараа бетон цутгахын өмнө ул хөрс ба суурийн нүхний хананаас сул, сийрэг хөрс шороог цэвэрлэж зайлуулна. Хэт өгөршсөн чулуулагт суурийн суулт 10мм, дунд болон бага зэрэг өгөршсөн чулуулагт 5мм байна гэжээ.

Энэ бүхнээс үндэслэж дүгнэвэл өгөршсөн хадан чулуулагт тулсан суурийн жигд бус суулт маш бага хэмжээтэй үүсэх боловч тогтворжсон байх бололцоотой.

Бетоны өгөршлийн зэргийг тогтоох зорилгоор ус нэвчсэн ба нэвчээгүй хэсгүүдээс бетон сорьц авч лабораторид химийн шинжилгээ хийсэн дүнгээс үзэхэд одоогийн байдлаар бетон өгөршилд орсон шинж тэмдэг илрээгүй байна.

Үүнийг давхар нотлох, бетоны өгөршил, бат бэхийн өөрчлөлтөд үнэлэлт өгөх зорилгоор хэт авианы багаж болон пресс ашиглан авсан сорцуудын бат бэхийг шалгаж харьцуулалт хийсэн туршилтын дүнгээр бетоны дундаж бат бэх В35 ангийн бетонд харгалзаж байгаа бөгөөд вариацийн коэффициент 0,117478 байгаа нь нэвчилттэй хэсгүүдэд бетоны бат бэхэд мэдэгдэхүйц өөрчлөлт ороогүй, бетоны бат бэх хонгилын ханын янз бүрийн цэгүүдэд харьцангуй жигд байгааг бидний судалгааны дүн харуулав.

Бетоны бэхжилтийн жигд байдлыг шалгах үүднээс барилгын талбайд үл эвдэх сорилоор бетоны бат бэхийг шалгасан дүн лабораторийн туршилтын дүнг давхар нотлохын хамт урьд өмнө хийсэн судалгааны дүнгүүдийн нэгэн

адил бетоны бат бэх төслийн шаардлагад нийцэж байгааг харуулав. Туршилтын үр дүнгүүдийн сарнилт ч хэвийн түвшинд байлаа.

Ус нэвчилттэй байгаа хэсгүүдэд арматур бетон дотроо зэврэлтэд орсон байж болзошгүй тул арматурын зэврэлтийн зэргийг “ТО-WSO106” багажаар тогтоох туршилтыг явуулсан дүнгээр “GB/T50344-2004” стандартын ангилалаар одоогоор хамгийн их нэвчилттэй байсан цэгүүд дээр арматур 5%-оос бага зэврэлттэй байна. Үүнийг бүтээцийн цаашдын даах чадварт онцгой нөлөө үзүүлэхээргүй түвшинд байна гэж үзэж болно. Гэвч нэвт ан цавуудыг битүүлээгүй тохиолдолд арматурын өгөршлийн зэрэг цаашид өсөх магадлалтай.

Хануудад гарсан ан цавын өсөлтийн байдалд "НС-СК101" маркийн ан цав хэмжигчийг ашиглан судалгаа хийлээ. Ихэнх ан цавыг түрхлэгээр битүүлэн бөглөсөн бөгөөд тэдгээрийн ором эргэж нээгдээгүй байв. Хэмжилт хийх бололцоотой ан цавуудын өргөнд өмнө тэмдэглэснээс өөрчлөлт ороогүй байлаа (зураг.1.39-1.40).

Бидний ажиглалт хийсэн хугацаанд буюу 2013 оны 8-р сарын 15-наас 27-нд ан цавууд дээр тавьсан маякуудад хөдөлгөөн ороогүй байлаа (зураг.1.41). Мөн энэ хугацаанд өмнө нь нэвчилт явагдаж байсан цэгүүд дээр усны нэвчилт ажиглагдаагүй, зөвхөн ул мөр үлдсэн байв (зураг.1.42). Нэвчилт явагдсан цэгүүдийг судалж үзэхэд ихэнхдээ илүүдэл ус зайлуулах хоолой, тэдгээрийн бэхэлгээний орчимд үүссэн болох нь ажиглагдлаа. Энэ тухай өмнөх судалгааны тайлангуудад ч дурьдсан байна.

Ан цавын шалтгааныг нарийвчлан тодруулах зорилгоор ”ZIRCON MT 6” багажийг ашиглан арматурын байрлалыг тогтоож ан цавын байрлалтай харьцуулан судлахад ихэнх тохиолдолд ан цавууд ажлын арматурыг дагаж гарсан байна (Зураг.1.44).

Энэ бүхнээс дүгнэж үзэхэд хонгилын хана, тааз, шаланд гарсан ан цавын нэг хэсэг нь температурын үйлчлэлээс үүдэлтэй технологийн ан цав, нөгөө хэсэг нь өгөршлийн зэргээрээ харилцан адилгүй хадан буурь хөрс-гранодиоритийн жигд бус суултаас үүдэлтэй хүчний ан цав гэж үзэж болох юм. Ялангуяа хана, шаланд давхацсан байдлаар гарсан ан цав (зураг.1.37), илүүдэл ус зайлуулах хоолойн орчимд нэвт гарч, усны шүүрэлт явагдсан ан цавууд нь хүчний ан цав болно. Гэхдээ хонгилын өөрийн жин, түүний дээрх шороон булаас, хаягдлын цөөрөм зэргээс ирэх нүсэр ачааллын үйлчлэлээр жигд бус өрөгшсөн хадан буурийн суулт зогсох талруугаа орсон байх магадал өндөр юм. Сүүлийн саруудад цавын байдалд онцын өөрчлөлт ороогүй, усны нэвчилт зогсонги байдалд орсон зэрэг нь үүнийг нотолж байна гэж үзлээ.

Харин цаашид анхаарах зүйл бол нэгэнт гарсан ан цавуудаар усны нэвчилт явагдаж бетон, арматурыг өгөршилд оруулах эрсдэлтэй тул юуны өмнө усны ундаргуудын байрлалыг тогтоож, зайлуулах буюу хязгаарлан

барих, хонгилын дотор талаас чийг нэвчихээс сэргийлж нээгдсэн ан цавуудыг битүүлэх арга хэмжээг авах нь зүйтэй.

Тунелийн барилгад үүссэн ан цавын талаарх дүгнэлт:

1. Бидний ажиглалт хийх хугацаанд туннелийн цутгамал төмөрбетон бүтээцэд гарсан ан цавуудад өөрчлөлт ороогүй, шинээр ан цав нэмэгдээгүй, ан цаваар ус нэвчилт ажиглагдаагүй, зогсонги байдалд орсон байлаа.

2 Хонгилын /туннелийн/ бүтээцэд гарсан ан цавуудыг үүссэн шалтгаанаар нь хоёр хэсэгт ялгаж үзэх нь зүйтэй гэж үзэж байна. Үүнд: өмнө хийсэн хэмжилтүүдээр гүн нь хязгаарлагдмал буюу нэвт биш гарсан нэг хэсэг ан цавууд овор ихтэй, заадасгүйгээр цутгагдсан бүтээцэд гарсан “технологийн гаралтай” ан цавууд байна. Хонгилын суурь, хана, таазанд давхцан гарсан, мөн ус нэвчилтэй нэвт ан цавууд нь өөр өөр түвшинд өгөршсөн хадан буурийн жигд бус суултын нөлөөгөөр үүссэн “хүчний ан цав” байна.

Нэгэнт бэхжилт нь гүйцсэн тул “технологийн ан цавууд” цаашид өсөхгүй, хадан буурийн жигд бус суултаас үүдэлтэй “хүчний ан цавууд”-ын хувьд ашиглалтанд орсон цагаас хойш байгууламжийн нүсэр жингийн үйлчлэлээр гүйцэд нягтарсан байх хангалттай хугацаа өнгөрсөн тул цаашид өсөх магадлал бага юм. Иймд буурь хөрсөнд нэмэлт шинжилгээ хийх шаардлага байхгүй гэж үзлээ.

4. Цаашид анхаарах зүйл бол нэгэнт үүсэн бий болсон ан цаваар усны нэвчилт үргэлжлэн явагдах магадлал өндөр /тухайлбал, газрын гадаргуугийн хөрсний улирлын хөлдөлтийн нөлөөгөөр газар доорх усны даралт өсөх г.м. бетон болон арматур өгөршил ба зэврэлтэнд орж чанар нь муудах эрсдэл нээлттэй байгаа явдал юм.

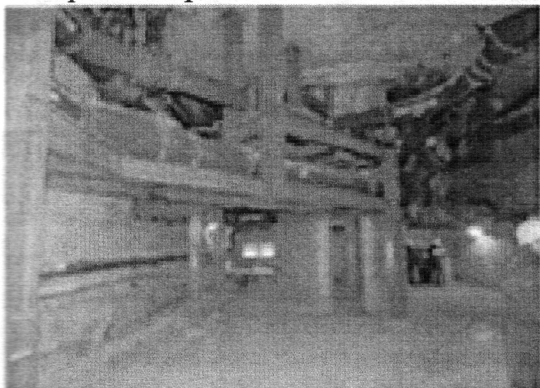
5. Механик болон химийн шинжилгээний үр дүнгээр нэвчилттэй байгаа хэсгүүд дээр одоогоор бетон өгөршилд ороогүй, бат бэх нь буураагүй байгаа нь нотлогдлоо. Бетоны бат бэх зураг төслийн шаардлагыг бүрэн хангаж байгаагийн зэрэгцээ, газар дээр нь хийсэн шинжилгээгээр бат бэхийн тархалт Монгол улсад мөрдөж буй стандартын шаардлагад нийцэхүйц жигд байгаа нь тогтоогдлоо. Эдгээр цэг дээр арматурын өгөршлийг шинжилсэн дүнгээр арматур өгөршилд орж эхэлсэн нь тогтоогдлоо. Гэвч одоогийн байдлаар арматурын өгөршлийн зэрэг “GB/T50344-2004” стандартын ангилалаар одоогоор хамгийн их нэвчилттэй байсан цэгүүд дээр арматур 5%-оос бага зэврэлттэй байна. Үүнийг бүтээцийн цаашдын даах чадварт онцгой нөлөө үзүүлэхээргүй түвшинд байна гэж үзэж болно. Гэвч нэвт ан цавуудыг битүүлээгүй тохиолдолд арматурын өгөршлийн зэрэг цаашид өсөх магадлалтай гэдгийг анхаарлын төвд байлгах нь зүйтэй.

6. “Оюу толгой” ХХК-ний Баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэх байгууламжийн насосны станцын туннелийн барилгын ашиглалтын хэвийн нөхцлийг хангах талаар дараах зөвлөмжүүдийг гаргаж байна. Үүнд:

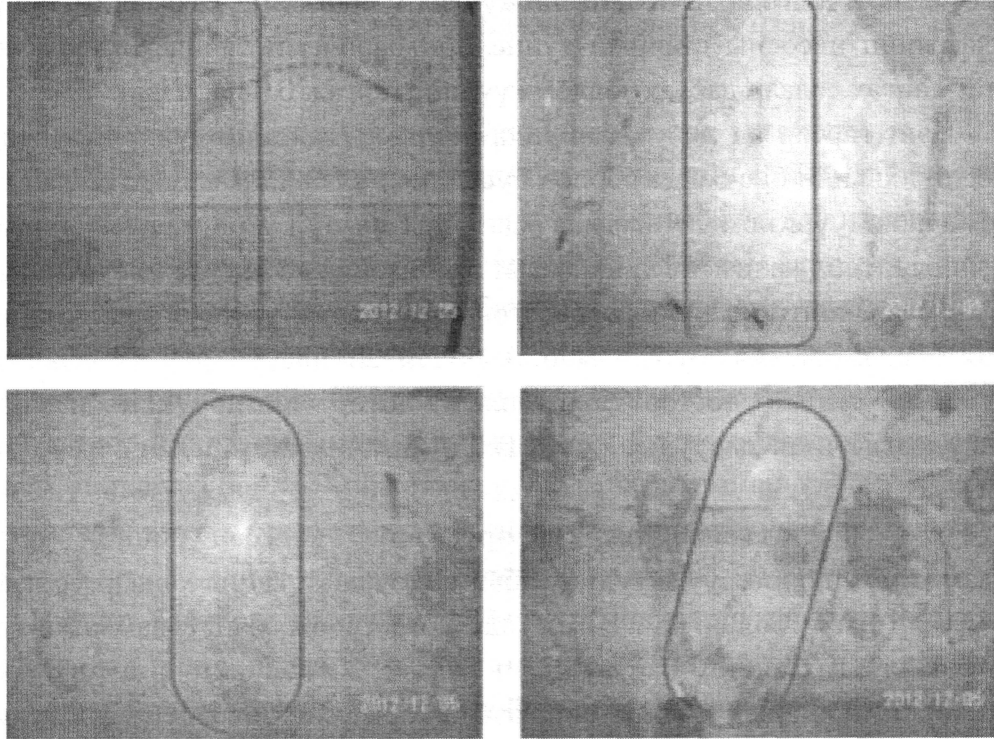
- Нэвт гарсан ан цавуудаар газар хөдлөлт, жилийн улирлын байдал, технологийн хэвийн бус байдал болон бусад нөхцөл байдлаас шалтгаалан усны нэвчилт цаашид үргэлжлэн явагдах магадлалтай тул ашиглалтын явцад ан цавуудын өсөлтөнд ажиглалт хийх ажлыг үргэлжлүүлэн явуулах нь зүйтэй.

- Ус нэвчилтийн нөлөөгөөр бетон болон арматурын өгөршлийн зэрэг нэмэгдэх эрсдэлтэй тул юуны өмнө нээлттэй ан цавууд руу ус нэвчих эх үүсвэрүүдийг судлан тогтоож, хонгилын дотор талаас чийг нэвчихээс сэргийлж нээгдсэн ан цавуудыг битүүлэх, ус нэвчилтийг таслан зогсоох арга хэмжээг авах нь зүйтэй.

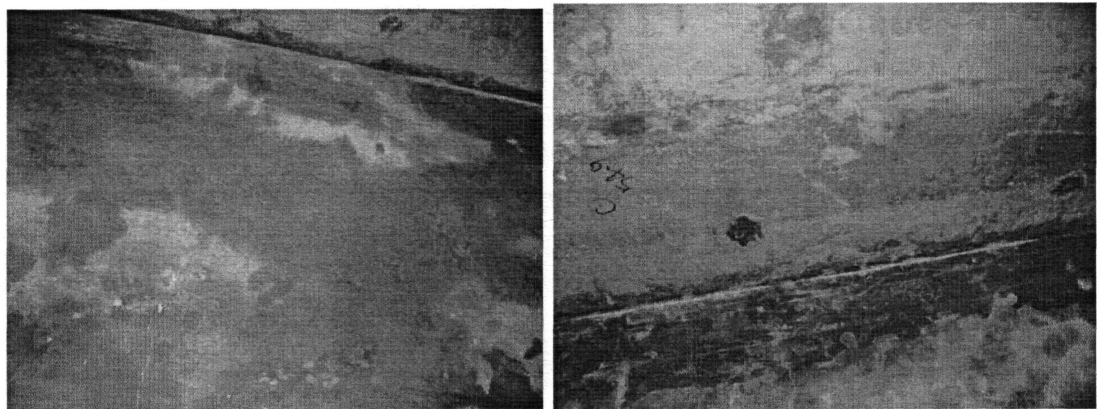
-Насосны станцын дээд хэсгээр сувгаас хальсан шингэн хаягдал байгууламжийн шороо руу шууд орж байгаа (зураг.1.42) нь ханаар ус нэвчих нэг эх үүсвэр байж болох юм. Иймд таслан зогсоож, байгууламжийн гадна талаар ус зайлуулах систем байгуулах нь зүйтэй. Ус нэвчих өөр нэг эх үүсвэр бол ул хөрсний улирлын хөдлөлтөөр газар доорх усанд даралт үүсэж, улмаар хонгилын хана хучилтын гадна талаас нэвчих явдал байж болох талтай гэдгийг анхаарах нь зүйтэй.



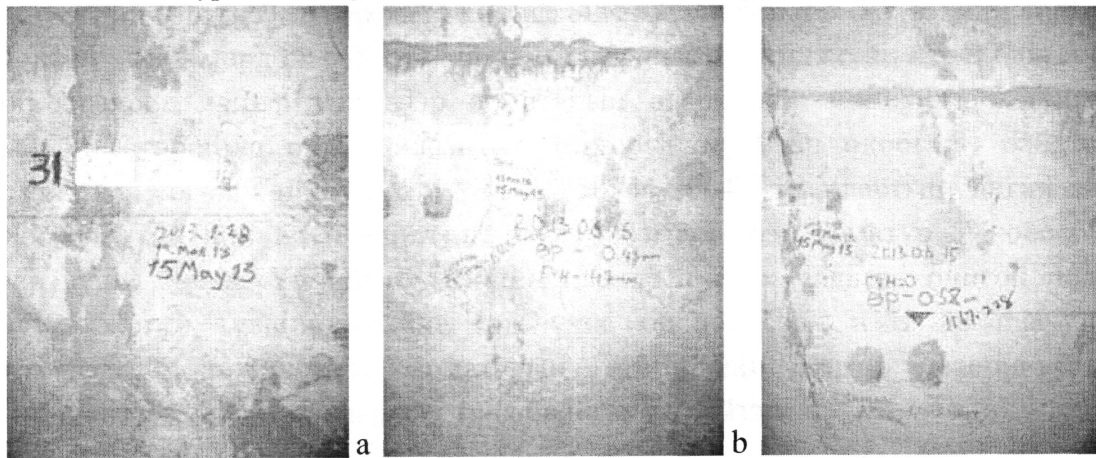
Зураг-1.36. Хонгилын дотоод байдал



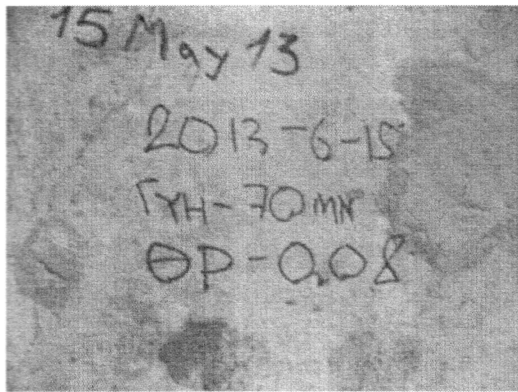
Зураг-1.37. Хонгилын хананд гарсан босоо чиглэлийн ан цавууд



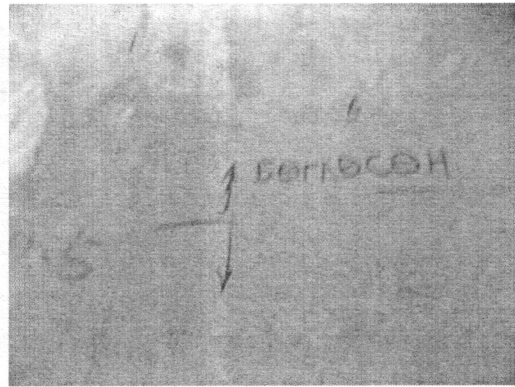
Зураг-1.38. Тунелийн хана болон шаланд гарсан ан цавууд



Зураг-1.39. Хэмжилт хийх бололцоотой ан цавуудын өргөнд өмнө тэмдэглэснээс өөрчлөлт ороогүй байна.

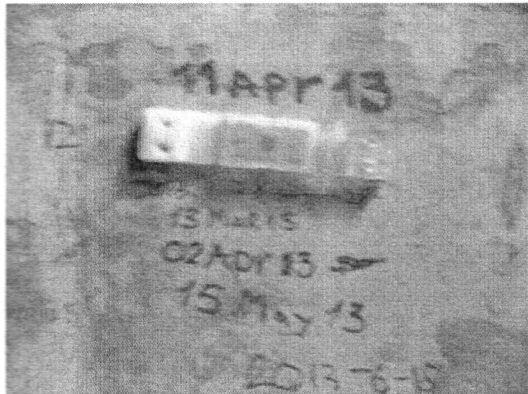


a



b

Зураг-1.40. Ихэнх ан цавыг түрхлэгээр битүүлэн бөглөсөн бөгөөд тэдгээрийн ором эргэж нээгдээгүй байв.

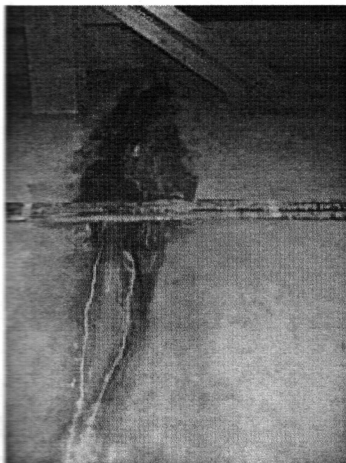


a



b

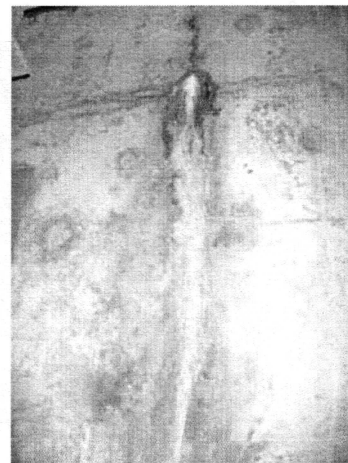
Зураг-1.41. Бидний ажиглалт хийсэн хугацаанд буюу 2013 оны 8-р сарын 15-наас 27-нд ан цавууд дээр тавьсан маяжуудад хөдөлгөөн ороогүй байлаа



d

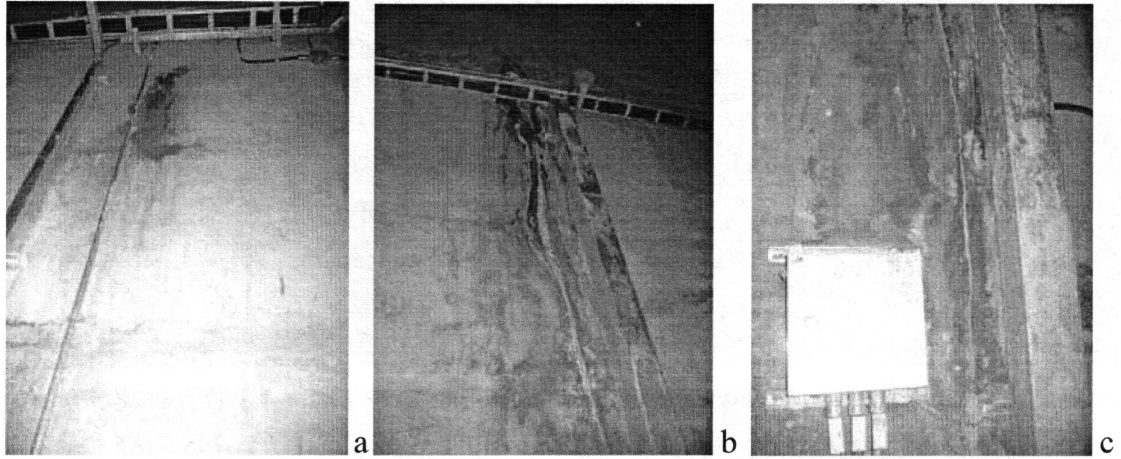


e

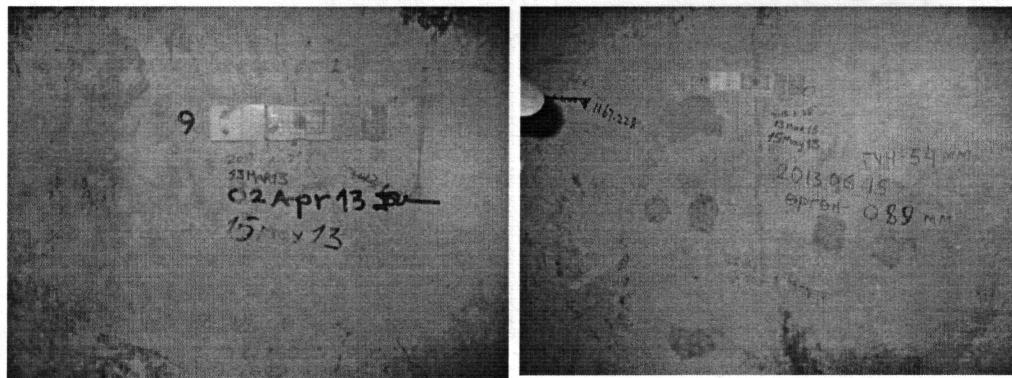


f

Зураг-1.42. Өмнө нь нэвчилт явагдаж байсан цэгүүд дээр усны нэвчилт ажиглагдаагүй, зөвхөн хуучин ул мөр үлдсэн байдал



Зураг-1.43. Гадна талын цөөрмийн ус хальж хонгилын хананд нөлөөлсөн байдал



Зураг-1.44. Хонгилын хананд босоо чиглэлд маш олон газарт зэрэгцээ ан цавуудыг хэмжиж байсан байдал



Шинжээчдийн баг: Д.Дашжамц, З.Биндэръяа

Тунелийн ан цавын талаар дүгнэлт гаргахад ашигласан норматив, баримт материалууд:

1. БНБД 2.02.01-94. Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм. УБ., 1994;

2. БНБД 23.01.09. Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлт. УБ., 2009;
3. БНБД 22.01.01*/2006. Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга, төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм. УБ., 2006;
4. БД 31-101-00. Эвдрэл гэмтэлтэй барилга байгууламжид инженерийн биет судалгаа явуулах аргачилсан заавар. УБ., 2000;
5. БД 52-105-10.Бетон ба урьдчилан хүчитгээгүй арматуртай төмөр бетон бүтээц. УБ., 2010;
6. “GB/T50344-2004”. Technical Requirements for Construction Structure Tecting;
7. Экспертизийн тоот дүгнэлтийн хавсралт. 2007.04.20. А.Ананд. УБ, 2007;
8. “Улаан толгой хайрхан” ХХК-ний захиалгаар Оюу толгой ХХК-ний төлийн үйлдвэрлэлийн зориулалтаар баригдаж буй байгууламж дээр ажилласан ажлын тайлан.2012.12.11;
9. Техникийн дүгнэлт. Улаан толгой хайрхан ХХК. УБ., 2013;
10. Шинжилгээ, судалгааны ажил гүйцэтгэсэн тайлан №2. “Олно” ХХК, УБ., 2013;
11. Баяжуулах үйлдвэрийн талбайн геотехникийн судалгааны тайлан. 2006;
12. The working drawings of Thickener area. Oyu tolgoi project. July 2010.

Монгол орны нөхцөлд инженерийн бүтээцэд гарсан эвдрэлийн талаар хийх ерөнхий дүгнэлт:

1. Барилга, байгууламжийн бетон, төмөрбетон бүтээцэд төрөл бүрийн гаралтай эвдрэл гарсан тохиолдолд бетоны өгөршилийг эрчимжүүлэх нөхцөлийг бүрдүүлж байна;
2. Бетоны өгөршлөөс хамгаалахын тулд газар доорх болон усан орчинд ажиллах бүтээцийн бетоны бүрэлдэхүүн ба технологийн нягтруулалтанд онцгой анхаарах шаардлагатай;
3. Монгол орны нөхцөлд хүйтэн тэсвэрлэлтийн судалгааг гүнзгийрүүлж нарийвчлан системтэй хөгжүүлэх нь чухал ач холбогдолтой юм.

Нэглүгээр бүлгийн судалгаанд ашигласан ном, зохиол:

1. Москвин В.М. өгөршили бетона. – М., Госстройиздат. 1952;
2. Оценка агрессивности соленой воды по отношению к бетонам стандартных марок . DIN 4030 (Немецкий стандарт);
3. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений. –М.: Изд-во АСВ, 2004, 424с.
4. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов. –М.: Изд-во АСВ, 2002, 500с.
5. Технология бетонных и железобетонных изделий. Баженов Ю.М., Комар А.Г. –М.: Стройиздат, 1984;

6. Эрдэнэтуяа Л. Уулын баяжуулах Эрдэнэт үйлдвэрийн эргэлтийн усан хангамжийн системийн усны шинж чанарын иж бүрэн судалгаа ба цэвэрлэгээний арга, технологи. Эрдэм шинжилгээний тайлан. 2005-2007.
7. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от өгөршили/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя,1986 –48с.
8. Б. Лхагвасүрэн, Ц. Шараа, Н. Лхагва: Эвдрэл гэмтэлтэй барилга байгууламжид инженерийн биет судалгаа явуулах аргачилсан заавар. БН 31-101-00. УБ. 2000
9. Б. Баасанжав, С. Сухбаатар, Ц. Гэрэлсайхан: Хуучин барилгын газар хөдлөлтийг тэсвэрлэх чадварыг унэлэх заавар. БН 31-102-00. УБ. 2000
10. А. И. Бедов, и др. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Издательство АВС. 1995
11. Билай В.В. Определитель грибов. – Киев, 1986, х. 45-89
12. Prebich W. Die Entwicklung der nachhaltigen Stadt am Beispiel der stadtebaulichen Weiterentwicklung großer Neubaugebiete in Deutschland. Berlin. 1999