

Ս.Գ. ԵՍԱՅԱՆ, Հ.Գ. ՄԱՀԱԿՅԱՆ

ՈՒՂՂԱՆԿՅՈՒՆ ԿՏՐՎԱԾՔՈՎ ԽՈՂՈՎԱԿԱԲԵՏՈՆԻ
ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՌԱՆՑՔԱՅԻՆ ՄԵՂՄՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ներկայացված են առանցքային սեղմող բեռնվածության տակ գտնվող ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնի կրողունակության որոշման լաբորատոր փորձարկումներից ստացված տվյալներ, որոնք ցույց են տալիս, որ ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնն իր ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով չի գիջում կլոր կտրվածքով խողովակաբետոնին:

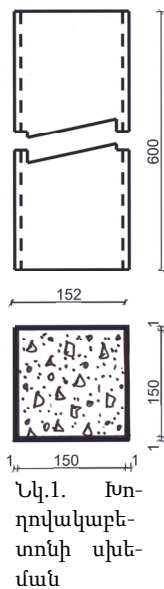
Առանցքային բառեր. խողովակաբետոն, ուղղանկյուն կտրվածք, սահմանային ամրություն, պրիզմատիկ տարր, դեֆորմացիա, արդյունավետության գործակից, մետաղաթիթեղային գոտեկապ:

Դեռևս 1899 թվականին Կոնսիդերը [1] պարզել է, որ առանցքային սեղմման տակ գտնվող բետոնի ձողերի սահմանային բեռնունակությունը նշանակալիորեն մեծանում է, եթե ընդլայնական ուղղությամբ տարրի ընդարձակմանը խոչընդոտող պայմաններ են ստեղծված: Շինարարական տեխնիկայի համար կարևոր նշանակություն ունեցող այս հայտնագործությունը հետագայում լայն կիրառություն գտավ երկաթբետոնի արտադրության մեջ: Առանցքային սեղմման տակ աշխատող երկաթբետոնի տարրերի արտադրությունում առաջնությունը տրվեց պրոգրեսիվ այնպիսի տարրերին, որոնց կառուցվածքը բետոնի ընդլայնական ընդարձակմանն արգելակող պայմաններ է ստեղծում: Երկաթբետոնի այդպիսի տարրերից են պարույրա-գալարային ամրանավորումով ստացված սյուները, ինչպես նաև ընդլայնական կլոր կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնը: Փորձարկումները ցույց են տվել, որ մեծ բեռնվածությունների պայմաններում աշխատող երկաթբետոնի ձողերը հատկապես արդյունավետ է պատրաստել խողովակաբետոնից [2-4]: Պատմականորեն խողովակաբետոնը բարձր արդյունավետությամբ օգտագործվել(և օգտագործվում է) կամրջաշինարարության, էլևատորների շինարարության և ընդհանրապես բոլոր այն օբյեկտներում, որտեղ կանգնակներն ու սյուներն աշխատում են մեծ բեռնվածությունների տակ: Վերջերս խողովակաբետոնը առանձնահատուկ կիրառություն է ստացել բարձրահարկ երկնաքերերի շինարարությունում: Գործնականում անհնար է պատկերացնել մինչև 600 (և ավելի) մետր բարձրության հասնող շենքերի շինարարությունը, առանց խողովակաբետոնից իրականացված կրող կարկասի օգտագործման: Դա բացատրվում է ոչ միայն այդ տարրի մեծ արդյունավետության հասնող տեխնիկատնտեսական հատկանիշներով, այլ նաև այն բացառիկ նշանակություն ունեցող հանգամանքով, որ խողովակաբետոնն ապահովում է երկնաքերի սեյսմակայունությունը: Այսպես օրինակ, և Ճապոնիայում, և Չինաստանում, որոնք երկրաշարժավտանգ գոտիներ են, կառուցվում են երկնաքերներ, որոնք բազմիցս դիմակայել են այդ տարերքի հուժկու և ավերիչ ազդեցություններին: Օրինակ՝ Չինաստանում ոչ մի 80 հարկանի շենք երկրաշարժի հետևանքով չի տուժել:

Խողովակաբետոնի կրողունակությունը կենտրոնական սեղմող N բեռնվածության տակ որոշվում է

$$N_u = A_b R_b + k A_a \sigma_T \quad (1)$$

բանաձևով [2-4], որտեղ N_u -ը տարրի վրա կիրառված առանցքային սեղմող բեռնի սահմանային արժեքն է, A_b -ը՝ տարրի ընդլայնական կտրվածքում բետոնի մակերեսը, R_b -ը՝ բետոնի սեղմման պրիզմատիկ ամրությունը, A_a -ն՝ մետաղական խողովակի ընդլայնական կտրվածքի մակերեսը, σ_T -ն՝ մետաղի հոսունության սահմանը, k -ն՝ մետաղական խողովակի ընդլայնական ուղղությամբ աշխատանքի արդյունավետության գործակիցը: Ինչպես ցույց են տվել բազմաթիվ և տարաբնույթ փորձարկումների արդյունքները, k արդյունավետության գործակցի արժեքները, կախված օգտագործված բետոնի կազմից, մետաղական թիթեղի ամրությունից և ամրանավորման տոկոսից, տատանվում են 3...6 սահմաններում [2-4]:



Սակայն, շինարարական պրակտիկան ցույց է տալիս, որ խողովակաբետոնի ընդլայնական կլոր կտրվածքը որոշ դեպքերում խանգարիչ սահմանափակումներ է մտցնում (կամ որոշակի լրացուցիչ բարդություններ է ստեղծում) այդ տարրի ավելի լայնամասշտաբ կիրառության համար: Դա պայմանավորված է ինչպես ճարտարապետական այնպես էլ կառուցվածքային նկատառումներով: Ճարտարապետական սահմանափակումները պայմանավորված են նրանով, որ քաղաքացիական նշանակություն ունեցող շինարարության մեջ շատ դեպքերում պյունները նախագծվում են ոչ թե կլոր, այլ ուղղանկյուն կտրվածքով: Իսկ կառուցվածքային սահմանափակումները պայմանավորված են խողովակաբետոնի տարրի կլոր կտրվածքով: Կլոր կտրվածքը կոնստրուկտիվ առումով որոշակի դժվարություններ է ստեղծում խողովակաբետոնի ներդրման համար, հատկապես երկաթբետոնե ֆերմաներում: Այս հանգամանքը սահմանափակում է խողովակաբետոնի բարձր արդյունավետության հասնող ամրության և դեֆորմացիոն-լարվածային հատկությունների կիրառումը մեծ բեռնվածությունների պայմաններում աշխատող ֆերմաներում, թաղանթներում, շրջանակներում և այլ ճարտարագիտական կառուցվածքներում: Նման թերություններից զերբազատված է այն խողովակաբետոնը, որի ընդլայնական կտրվածքն ունի ուղղանկյուն տեսք: Այդպիսի տարրերի համար ինչպես կառուցվածքային, նույնպես և ճարտարագիտական որևէ արգելք լինել չի կարող: Ուստի մեծ նշանակություն է ստանում ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների մանրակրկիտ և բազմակողմանի ուսումնասիրությունը: Այդ նպատակով մեր կողմից ծրագրվել և անց են կացվել ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնի կրողունակության (և ռեոլոգիական այլ հատկանիշների) որոշման լաբորատոր փորձարկումներ: Հատկապես կարևոր է պարզել, թե ինչ մեծության է հասնում k արդյունավետության գործակիցը, երբ խողովակաբետոնի ընդլայնական կտրվածքն ունի ուղղանկյուն տեսք: Նաև կարևոր է պարզել, թե արտաքին ազդող սեղմող բեռի աճին զուգընթաց ինչպիսին է ուղղանկյուն կտրվածքով տարրի դեֆորմացիոն

վիճակի զարգացման արտաքին տեսքի փոփոխության դինամիկան (այսինքն՝ կտրվածքի ուղղանկյուն տեսքի փոփոխությունը կախված բեռի աճից) և ինչպիսին է պատկերը կրողունակության կորստի դեպքում: Լաբորատոր փորձարկումներ են իրականացվել ինչպես տարբեր ամրության բետոնների օգտագործումով, այնպես էլ քառակուսի և ուղղանկյուն լայնական կտրվածք (քառակուսի կտրվածքը 150x150x600 մմ չափերի, իսկ ուղղանկյուն կտրվածքի դեպքում՝ 150x200x600 մմ) ունեցող տարրերի դեպքում k արդյունավետության գործակցի արժեքների փոփոխության օրինաչափության որոշման համար: Այստեղ մենք կներկայացնենք այդ փորձարկումներից այն սերիայի արդյունքները, որոնք պատկերացում են տալիս ուղղանկյուն կտրվածքով խողովակաբետոնի (տվյալ դեպքում քառակուսի կտրվածքով, նկ.1) կրողունակության և այդ տարրում մետաղա-թիթեղային թաղանթի որպես գոտեկապի օգտագործման արդյունավետության աստիճանի մասին, երբ բետոնի միջուկն իրականացվել է բազալտի խճով և լիթոիդային պեմզայի ավազով բետոնից: Տարրի ամրանային թաղանթն իրականացվել է 604x600x1 մմ ամբողջական թիթեղից, որին տրվել է 150x150x600 մմ չափերի ուղղանկյուն կտրվածքով պրիզմայի տեսք և եզրային ընդերկայնական կտրվածքները զոդումով ամրակցելով ստացվել է քառակուսի կտրվածքի խողովակ, որը միաժամանակ ծառայել է ինչպես երկաթբետոնի տարրի ամրան, նույնպես և բետոնացման համար որպես կաղապար: Նախնական փորձարկումներով ստացվել է օգտագործված մետաղի հոսունության միջին սահմանը՝ $\sigma_T = 205 \text{ ՄՊա}$: Միևնույն կազմի բետոնով միաժամանակ բետոնացվել են 6 խողովակներ, որոնց ճակատային մասերը մեկուսացվել են՝ ապահովելով բետոնի միջուկի հասունացման համար լիակատար հերմետիկ պայմաններ (նկ. 2): Օգտագործված բետոնի սեղմման սահմանային պրիզմատիկ ամրության (R_b) որոշման նպատակով նույն բետոնից ստացվել են 150x150x600 մմ չափերն ունեցող պրիզմայաձև երեք մոուլներ: Փորձարկումներում օգտագործվել են երեք կազմի բետոններ՝ ծանր բետոն, բազալտի խճով և լիթոիդային պեմզայի ավազով բետոն և խարամաբետոն: Ինչպես նշեցինք, այստեղ ներկայացված են բազալտի խճով և լիթոիդային պեմզայի ավազով բետոնի միջուկ ունեցող խողովակաբետոնի փորձարկման արդյունքները: 1 խ.մ. բետոն ստանալու համար վերցվել է 350 կգ ցեմենտ (M 400 մակնիշի), 230 լ ջուր, 565 կգ լիթոիդային պեմզայի ավազ, 1130 կգ բազալտի խիճ: Միևնույն պայմաններում բոլոր 9 մոուլները (բետոնի 3 պրիզմատիկ և 6 խողովակաբետոնի) պահվել են 60 օր, որից հետո անց են կացվել այդ մոուլների ամրության որոշման փորձարկումները առանցքային սեղմող ուժերի բեռնավորվածության տակ (նկ. 3,4): Պարզվել է, որ օգտագործված բետոնի սեղմման միջին պրիզմատիկ ամրությունը փորձարկման պահին (60 օրեկան հասակում, նկ.4) $R = 24,3 \text{ ՄՊա}$ է: Խողովակաբետոնի 6 մոուլների ստատիստիկ միջին կրողունակությունը կենտրոնական սեղմման դեպքում կազմել է $N_u = 119060$ կգ: Սա նշանակում է, որ այս սերիայի փորձարկումներում թիթեղային գոտեկապի արդյունավետության գործակցի միջին արժեքը $k = 5,2$ է: Այսինքն՝ պրիզմատիկ խողովակաբետոնի մետաղաթիթեղային 6,04 սմ² կտրվածքի մակերես ունեցող գոտեկապը փոխարինում է 31,41 սմ² կտրվածքի մակերեսով սովորական ամրանային ձողերի: Անհրաժեշտ է նշել, որ նախնական մտավախություն կար, որ սեղմող ուժի աճին զուգընթաց կարող է խախտվել խողովակաբետոնի ընդլայնական կտրվածքի քառակուսի տեսքը: Սակայն, ինչպես ցույց տվին փորձարկումների արդյունքները, սեղմման ենթարկված բոլոր 6 մոուլների ընդլայնական կտրվածքների քառակուսի

տեսքը մնաց անփոփոխ փորձարկման ամբողջ ընթացքում(նշենք, որ կտրվածքի ուղղանկյուն տեսքը չի խախտվել նաև 150x200 մմ ընդլայնական կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնի փորձարկումների դեպքում): Մեղմման քայքայող սահմանային բեռան տակ խողովակաբետոնի նմուշների մետաղական թաղանթը կորցնում էր իր ընդերկայնական ուղղությամբ կայունությունը և առաջանում էին նմուշի ընդերկայնական առանցքին ուղղահայաց դասավորված ընդլայնական ծալքեր (նկ. 5-7):



Նկ. 2. Ուղղանկյուն կտրվածքով խողովակաբետոնի նմուշները



Նկ.3. Խողովակաբետոնը մամլիչում



Նկ. 4. Բետոնի պրիզման քայքայման պահին



Նկ. 5. Խողովակաբետոնի սեղմման ենթարկված նմուշը

Համեմատության համար զուգահեռ փորձարկվել են նաև նույն բետոնից և մետաղական թիթեղից իրականացված կլոր կտրվածքով խողովակաբետոնի նմուշներ, որոնց արդյունավետության գործակցի միջին արժեքը կազմել է նույն կարգի մեծություն, ինչ որ քառակուսի կտրվածքի դեպքում ($k=5,3$): Ուղղանկյուն կտրվածքի խողովակաբետոնի կրողունակության կորստի նկարագրված պատկերը ճշտորեն համընկնում է կլոր կտրվածք ունեցող խողովակաբետոնի կրողունակության կորստից առաջացած դեֆորմացիոն պատկերին (նկ.6,7): Մեղմող սահմանային բեռնվածության (որի տակ արդեն առաջացել էին ընդլայնական ծալքեր) հետագա ավելացումը հանգեցնում էր նրան, որ մետաղական թիթեղի զոդման ընդերկայնական կարը, չդիմանալով բետոնի կողմից ցուցաբերած ներքին ընդլայնական ակտիվ ճնշումից առաջացած լարումների ազդեցությանը, քայքայվում և ճեղքվում էր զոդման կարով (նկ. 7): Այս երևույթը նույնպես նույնությամբ նկատվում է նաև զոդման կարով ստացված կլոր կտրվածքով խողովակաբետոնի փորձարկումների դեպքում (նկ. 7):



Նկ. 6. Ուղղանկյուն և կլոր կտրվածքով խողովակաբետոնների նմուշները քայքայման փորձարկումից հետո



Նկ. 7. Ուղղանկյուն և կլոր կտրվածքի խողովակաբետոնների քայքայումը զոդման կարերով

Առանց այստեղ ներկայացնելու մյուս փորձարկումների արդյունքները միայն նշենք, որ մետաղական թաղանթով խողովակաբետոնի կրողունակության նշանակալից աճը պետք է բացատրել ոչ միայն նրանով, որ մետաղական զոտեկապը դրական ազդեցություն է ունենում՝ դիմադրելով բետոնի ընդլայնական ուղղությամբ ընդարձակմանը և որով իսկ պայմաններ է ստեղծում բետոնում բարերար կողային ճնշման առաջացման համար, այլ նաև նրանով, որ խողովակի ներսում բետոնի հասունացման հերմետիկ պայմանները լիովին փոխում են ժամանակի ընթացքում բետոնի ծավալային փոփոխությունների բնույթը:

Ինչպես պարզել են առանձին ծրագրով մեր կողմից իրականացված փորձարկումները, հերմետիկ պայմաններում բետոնը ոչ թե կծկվում, այլ ընդհակառակը՝ ուռչում է: Այս հանգամանքն կանխում է բետոնում կծկումային ճաքերի առաջացումը, որով և բարերար ազդեցություն է ապահովվում բետոնի ֆիզիկական պարամետրերի մեծության համեմատական աճի համար: Սա մասնավորապես նշանակում է, որ խողովակի մեջ հասունացած բետոնի ամրությունը պետք է որ գերազանցի նույն բետոնից ստացված և նույն չափերն ունեցող պրիզմայի ամրությունը, որը սակայն հասունանում է ոչ հերմետիկ պայմաններում (նշենք, որ

առայժմ խողովակաբետոնի կրողունակությունը (1) բանաձևով որոշվում է՝ այնտեղ տեղադրելով ոչ թե հերմետիկ պայմաններում հասունացող բետոնի ամրության սահմանը, այլ շրջապատից չմեկուսացված պրիզմայաձև նմուշի սեղմման ամրության սահմանը՝ R_b - ն): Մեր կողմից իրականացված լաբորատոր փորձարկումները մասնավորապես ցույց են տվել, որ հերմետիկ պայմաններում հասունանալու դեպքում ծանր բետոնի ամրությունն աճում է մոտ 28%-ով, բազալտի խճով և լիթոիդային պեմզայի ավազով բետոնին՝ մոտ 32%-ով և խարամաբետոնին՝ մոտ 35%-ով: Այս հանգամանքը մեզ թույլ է տալիս ցանկացած ընդլայնական կտրվածք ունեցող(ինչպես ուղղանկյուն, նույնպես և կլոր) խողովակաբետոնի կրողունակության որոշման համար առաջարկել հետևյալ բանաձևը՝

$$N_u = \beta A_b R_b + k A_a \sigma_T, \quad (2)$$

որտեղ β - ն մետաղական թաղանթում ստեղծված հերմետիկ պայմաններում բետոնի հասունանալու բարերար պայմանի գործակիցն է, իսկ k - ն՝ խողովակի գոտեկապային դերի գործակիցը: Ըստ փորձարկումների՝ ծանր բետոնի օգտագործման դեպքում $\beta=1,28$, բազալտի խճով և լիթոիդային պեմզայի ավազով բետոնի դեպքում $\beta=1,32$ և խողովակաբետոնի դեպքում $\beta=1,35$:

Բերված տվյալները և նրանցից հետևող եզրակացությունները համոզիչ կերպով ցույց են տալիս, որ ուղղանկյուն կտրվածքով խողովակաբետոնը բավական նշանակալից արդյունավետություն ունեցող կառուցվածքային տարր է և նրա կրողունակության և ընդհանրապես այդ տարրի ընդհանուր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բազմակողմանի հետազոտությունները շինարարական տեսական և գործնական գիտության համար որոշակի անհրաժեշտություն են ներկայացնում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Егер Дж. К.** Упругость, прочность и текучесть. –М.: Машгиз, 1961.
2. **Росновский В.А.** Трубобетон в мостостроении. –М.: ТЖИ, 1963.

ՀՊՃՀ (Պ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն՝ 8.04.2009:

С.Г. ЕСАЯН, О.Г. СААКЯН

**НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ТРУБОБЕТОНА С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ
ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ**

Представлены некоторые результаты лабораторных испытаний, проведенных для определения несущей способности трубобетона с прямоугольным поперечным сечением. Показано, что трубобетон с прямоугольным поперечным сечением по своим положительным физико-механическим качествам не уступает трубобетону с круглым поперечным сечением.

Ключевые слова: трубобетон, прямоугольное сечение, предельная прочность, призматический элемент, деформация, металло-листовая обойма, коэффициент эффективности.

S.G. YESAYAN, H.G. SAHAKYAN

**CONCRETE PIPE BEARING CAPACITY WITH RIGHTANGLED CROSS-SECTION IN AXIAL
COMPRESSION**

Some laboratory results performed for defining concrete pipe bearing capacity with rightangled cross-section are presented. It is shown that concrete pipe with rightangled cross-section is not inferior in concrete pipe with circular cross-section by its positive physical-chemical quality.

Keywords: concrete pipe, rightangled cross-section, strength, prismatic element, deformation, metal-sheet hoop, efficiency coefficient.