

ĮTEMPIŲ KONCENTRACIJA LANKSČIUOSE SEKLIUOSE PAMATUOSE

Linus Vasiliauskas, Kazys Šleževičius, Jonas Roličius, Antanas Špokas
 Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas

Įvadas

Įtempčių koncentracija pasireiškia konstrukcijų atraminėse dalyse, paskirstomuose įrenginiuose, standžiuose bei lanksčiuose sekliuose pamatuose. Tai vienas sudėtingiausių deformavimo atvejų. Jėga šiuo atveju veikia mažoje aikštelėje. Zona, kurioje veikia apkrova, būna perkrauta, vyksta glemžimas. Betono stipris padidėja, nes pasireiškia apkabos efektas. Glemžimo deformacijos ir jų sukelti įtempčiai nevienodi kontakto paviršiuje ir skirtingame gylyje. Jie mažėja tostant nuo konstrukcijų elementų lietimosi zonos.

Naudojant statyboje įtemptai armuotas gelžbetonines konstrukcijas, jas galima gaminti didesnių matmenų, tačiau kartu padidėja apkrovos surenkamų konstrukcijų kontakto zonos. Apkrovų padidėjimas surinkimo mazguose bei pamatuose reikalauja realiai įvertinti kontaktines deformacijas.

Straipsnyje nagrinėjamas įtempčių – deformacijų būvis sekliuose lanksčiuose pamatuose, kurių skerspjūvis kinta staiga, šuoliais. Kitas įtempčių koncentraciją sukeliantis veiksnys – koncentruota jėga. Jos padėtis keičiasi pamato simetrijos ašies atžvilgiu. Ji nustatyta tokia, kad po pamato padu būtų tik gniuždantys norminiai įtempčiai.

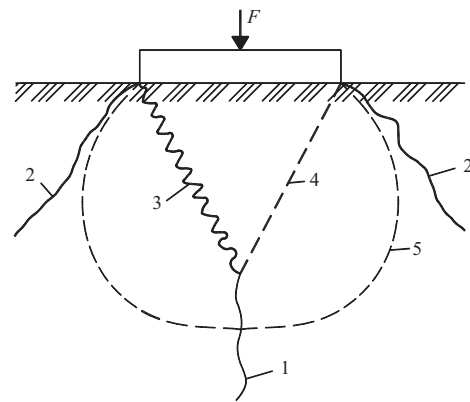
Skaičiavimuose nurodytas plokštuminis įtempčių būvis etaloninio storio plokštelėje. Įtempčiai skaičiuoti tinklelio metodu. Nustatyti norminiai, tangentiniai, svarbiausieji ir ekvivalentiniai įtempčiai pagal įvairias stiprumo teorijas atskiruose plokštelės taškuose.

Apkrova dažnai perduodama į betoninius ar gelžbetoninius elementus nedidelėmis aikštelėmis. Glemžimas pasireiškia ištraukiant armatūrą iš betoninių elementų, bandant elementų tempimo, lenkimo stiprį ir kt. Betono glemžimo stipriui turi įtakos betono stipruminės charakteristikos, štampos bei glemžiamo elemento forma, matmenys, elemento atrėmimo sąlygos, įtempčių dydis neapkrautoje zonoje.

Tikslas – išnagrinėti įtempčių-deformacijų būvį sekliuose lanksčiuose pamatuose tamprioje stadijoje, tyrimui pritaikant kompiuterinį imitacinį modeliavimą.

Teoriniai tyrimų metodai

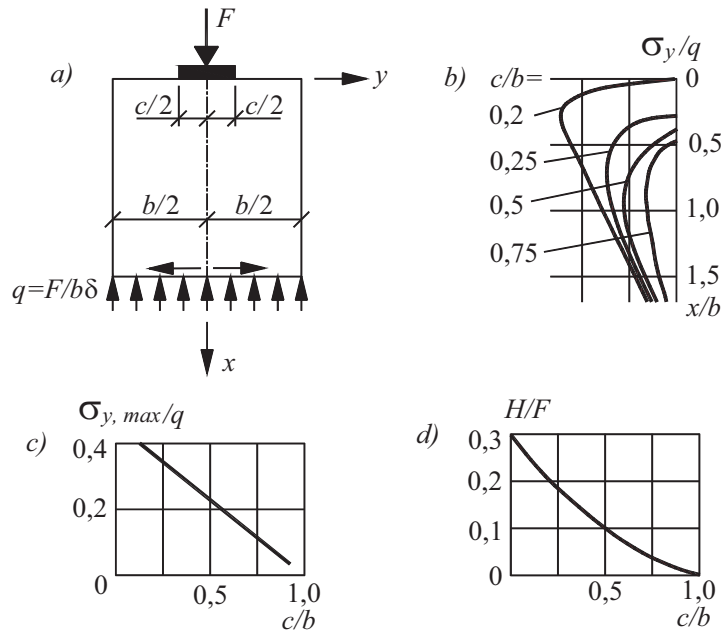
Praktikoje sutinkama keletas trapių medžiagų suirimo atvejų glemžiant. Suirimo glemžiant charakteris priklauso nuo apkrovimo aikštelės ir bandinio pločio santykio (c/b). Suyrant bandiniui, išryškėja keletas įtempčių zonų [1, 2]. Jas atskiria būdingi plyšiai (1 pav.).



1 pav. Glemžiamo elemento charakteringi plyšiai

Išilgai apkrovimo aikštelės simetrijos ašies susidaro skilimo plyšys (1). Kito charakterio plyšiai (2) pasireiškia ties apkrovimo aikštelės kampais. Jie atskiria įtemptą bandinio zoną nuo likusios dalies su mažesniais įtempčiais. 3 ir 4 plyšių charakteris priklauso nuo apkrovimo aikštelės dydžio, o jie gali atsirasti šalia betono užpildo dalelių ((3) plyšys), arba per užpildo daleles ((4) plyšys). Plastinių įtempčių zona pirmame paveiksle apribota 5 kreive.

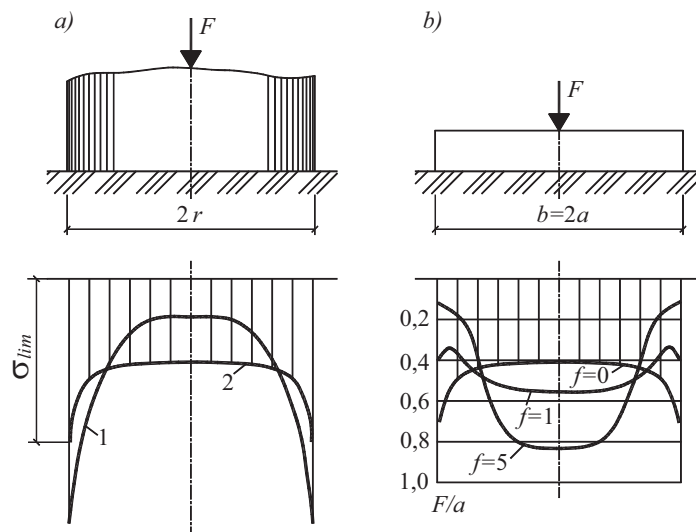
Plyšių susidarymo priežastys. Plokštelę veikia centriškai pridėta išskirstyta apkrova (2 pav., a). Kai apkrovimo aikštelės ir elemento kraštinių santykis c/b artėja prie nulio (2 pav., b, c), tempimo horizontalių įtempčių santykis su išskirstyto krūvio intensyvumu σ_y/q viršija 0,4, o kai kraštinių santykis c/b artėja prie vieneto, σ_y/q artėja prie nulio. Panašiai didėja ir skėtimo jėgos santykis su vertikalia apkrova. Kai $c/b = 1$, šis santykis artimas nuliui, kai c/b artėja prie nulio, minėtas santykis artėja prie 0,3 (2 pav. d).



2 pav. Glemžiamo elemento skaičiuojamoji schema bei horizontalių įtempių pasiskirstymas

Kontaktinis įtempių pasiskirstymas po pamato padu taip pat sudėtingas. Jis priklauso nuo grunto savybių, pamato standumo, įgilinimo ir

apkrovos dydžio [3, 4]. Jų pasiskirstymas atspindėtas 3 pav.



3 pav. Kontaktinių įtempių po standžiais pamatais epiūros:

- a – po apvaliu pamatu, 1 kreivė – tamprūs įtempiai, 2 kreivė – įvertinant plastines deformacijas;
- b – po juostiniu pamatu, esant skirtingam pamato liaunumo rodikliui f

Kontaktiniai įtempiai gali būti mažesni ties pamato pado kraštais, taip pat jie gali sumažėti ties pamato simetrijos ašimi. Jų pasiskirstymas priklauso nuo pamatų veikiančių jėgų santykio, grunto rišlumo ir kitų aplinkybių. Standaus, apvalaus ir stačiakampio pamato kontaktinių įtempių teorinė

kreivė yra balno formos, įtempiai kraštinuose taškuose asimptotiškai didėjantys. Kai susidaro plastinės deformacijos, realūs įtempiai viduryje padidėja, o kraštuose sumažėja. Keičiantis liaunumo rodikliui, kinta ir kontaktinių įtempių dydis (3 pav., b). Liaunumo rodiklis priklauso nuo

pagrindo ir statinio standumo ir apskaičiuojamas pagal (1) formulę.

$$f \approx 10 \frac{E \cdot l^3}{E_m \cdot h^3}, \quad (1)$$

čia E ir E_m – pagrindo ir pamato medžiagų deformacijų moduliai;

l ir h – pamato ilgis ir storis.

Nagrinėjamo pamato įtempių-deformacijų būklės imitaciniam modeliavimui buvo panaudotas baigtinių skirtumų metodas, laikant pamatą tampriu deformuojamu objektu.

Praktikoje priimtas tolygus reaktyvinių įtempių pasiskirstymo atvejis, nors laiptuotuose pamatuose yra neišvengiamos įtempių-deformacijų koncentracijos. Plokščias įtempių būvis nagrinėtas lanksčiuose sekliuose pamatuose, kai jie apkrauti centriškai ir išcentriškai. Pamato skerspjūvyje yra

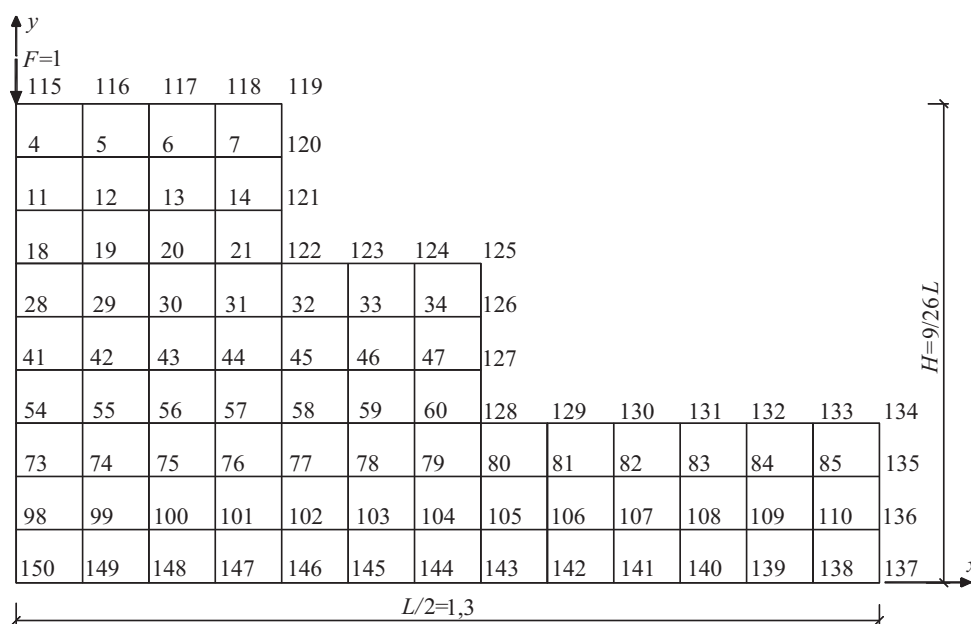
staigūs, aštrūs formos pokyčiai-koncentratoriai. Todėl laiptukų aplinkoje gali susidaryti įtempių-deformacijų koncentracijos, sukeliančios pradinius irimo židinius.

Skaičiuojant pamato laiptukai priimami kaip reaktyvių įtempių lenkiami gembiniai elementai. Įtempių-deformacijų koncentracijos nevertinamos.

Tyrimo rezultatai

Tobulinant pamatų projektavimo sprendimus, tikslinga pradžioje dataliau išnagrinėti tą pamato būklę, kuri susidarytų, jei reaktyvinis slėgis tikrai būtų tiesiškai pasiskirstęs visame pamato pado plotyje. Vėliau – sudėtingesnius pasiskirstymo atvejus, atitinkančius sudėtingesnes pamatų-pagrindų sąveikas.

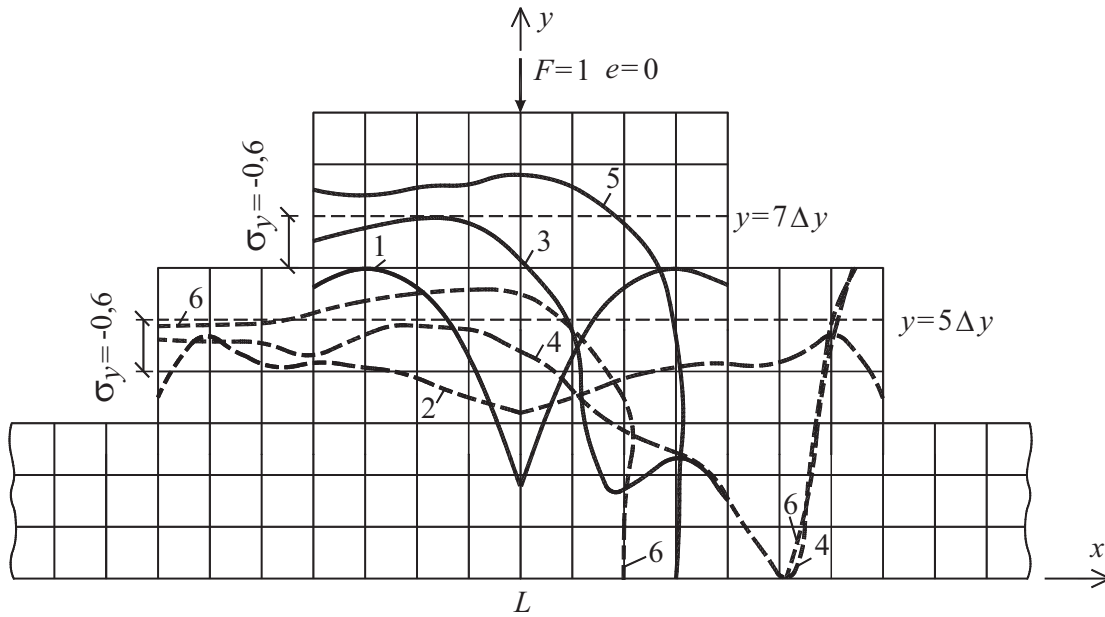
Duomenys apie nagrinėjamą seklią lankstų pamatą pateikti 4 pav.



4 pav. Lankstaus seklaus pamato skaičiuojamasis modelis

Įtempių būvis tirtas sekliuose pamatuose tinklelio metodu [5–8]. Iš pamato išskirta vienetinio storio plokštelė ir apkrauta tam tikra jėga. Sprendžiamas plokštuminis tamprumo teorijos uždavinys plokštelei, kuri apkrauta tamprioje stadijoje. Pakraštinės uždavinio sąlygos nustatytos plokštelės kontūriniam rėmui. Kiekvienam kontūriniam tinklelio taškui skaičiuotos lenkimo momento M_{xy} ir ašinės jėgos N_{xy} reikšmės. Parinktas kvadratinis tinklelis $\Delta_x = \Delta_y = 0,1L$.

Skaičiavimo metu buvo keičiama jėgos padėtis, didinamas jėgos pridėjimo išcentriškumas ($e = 0$, $e = L/12$, $e = L/6$). Pamato apatinės pakopos ilgis buvo $0,6L$. Viršutinėje pamato dalyje veikiančios koncentruotos jėgos padėtis buvo keičiama taip, kad po pamato padu veiktų tik gniuždantys vertikalūs norminiai įtempiai. Tyrimo rezultatai – centriškai apkrauto seklaus lankstaus pamato įtempiai pateikti 5 paveiksle bei 1 ir 2 lentelėse.



5 pav. Vertikalių norminių įtempių σ_y pasiskirstymas lankstaus seklaus pamato horizontaliuose pjūviuose; 1,3 ir 5 kreivės, kai $e = 0$, $e = L/12$ ir $e = L/6$, o $y = 7\Delta y$; atitinkamai 2,4 ir 6 kreivės, kai $y = 5\Delta y$

Įtempiai pamate pasiskirsto pagal kreivines priklausomybes. Vertikalūs norminiai įtempiai pirmoje pakopoje padidėja ties apkrovimo aikštele, palaipsniui mažėja tolstant nuo tos apkrovos. Įtempių koncentracijos koeficientas pamato simetrijos ašyje taip pat mažėja tolstant nuo apkrovos ir jis atitinkamai lygus: $k = 4,57$ kai $y = 8\Delta y$, $k = 2,51$ – $y = 7\Delta y$, $k = 1,45$ – $y = 6\Delta y$.

Antroje pakopoje maksimalūs įtempiai išsivysto ne tik simetrijos ašyje, bet ir šalia jos. Įtempių koncentracijos koeficientas simetrijos ašyje $k = 1,52$, kai $y = 5\Delta y$. Šalia simetrijos ašies $k = 2,15$, kai $x = 5\Delta x$, $y = 5\Delta y$.

Paskutinėje pakopoje įtempimų koncentracijos koeficientas mažėja. Didesnis jis tik vieno taško aplinkoje $k = 3,8$, kai $x = 9\Delta x$, $y = 3\Delta y$.

Horizontalūs norminiai įtempiai σ_x pamato simetrijos ašyje pasiskirsto ne pagal tiesę, o pagal kreivę. Įtempių neutralinė ašis ne svorio centre, o pasislinkusi žemyn. Neutralinė ašis kerta skerspjūvį

trečdalyje jo aukščio. Apatinės dalies diagramos aukštis mažesnis, viršutinės – didesnis. Norminiai gniuždantys įtempiai viršutinėje dalyje mažesni, viršutinėje – didesni. Įtempių koncentracijos koeficientas siekia 2,5.

Tangentinių įtempių išsidėstymas skiriasi nuo lenkiamos sijos tangentinių įtempių sklaidos. Maksimalūs tangentiniai įtempiai ne ties skerspjūvio svorio centru, o viršutinėje skerspjūvio dalyje $\tau = 1,3$, kai $x = \Delta x$, $y = 9\Delta y$.

Pagal Kulono stiprumo teoriją nustatyti svarbiausi ekvivalentiniai įtempiai. Didžiausios jų reikšmės – pamato viršutinėje pakopoje. Kitose pakopose šie įtempiai palaipsniui mažėja apie du kartus. Maksimalios šių įtempių reikšmės užima tam tikras zonas. Šių zonų santykinę atlaikymo galią galima sustiprinti arba gretimų zonų atlaikymo galią – susilpninti.

Įtempių pasiskirstymas, kai koncentruota jėga veikia ekscentriškai, pateiktas 2 lentelėje. Įtempių pasiskirstymas sudėtingas.

1 lentelė. *Centriškai apkrauto lankstaus pamato įtempiai horizontalių pjūvių vidiniuose taškuose*

Taškai	Ery funkcija	Norminiai vienetiniai įtempiai		Tangentiniai vienetiniai įtempiai	Svarbiausi įtempiai		Ekvivalentiniai įtempiai		Santykinė linijinė deformacija ϵx
		σ_x	σ_y		σ_1	σ_2	σ_{E1}	σ_{E2}	
4	0,295	-0,611	-5,709	0,000	-0,611	-5,709	5,098	0,531	1,77e-6
5	0,267	-1,474	-1,503	1,300	-0,189	-2788	2,599	0,369	-3,91e-6
6	0,223	-0,989	-0,439	0,687	0,026	-1,454	1,480	0,317	-3,00e-6
7	0,175	-0,418	-0,225	0,338	0,030	-0,674	0,703	0,165	-1,24e-6

1 lentelės tęsinys

Taškai	Ery funkcija	Norminiai vienetiniai įtempiai		Tangentiniai vienetiniai įtempiai	Svarbiausi įtempiai		Ekvivalentiniai įtempiai		Santykinė linijinė deformacija ε
		σ_x	σ_y		σ_1	σ_2	σ_{E1}	σ_{E2}	
11	0,259	-0,238	-3,144	0,000	-0,238	-3,144	2,906	0,390	1,30e-6
12	0,244	-0,854	-1,658	1,031	-0,149	-2,362	2,213	0,323	-1,74e-6
13	0,211	-0,935	-0,792	1,007	0,146	-1,873	2,019	0,521	-2,59e-6
14	0,171	-0,630	-0,604	0,819	0,203	-1,436	1,639	0,490	-1,70e-6
18	0,221	-0,377	-1,810	0,000	-0,377	-1,810	1,433	-0,015	-0,05e-6
19	0,212	-0,682	-1,278	0,708	-0,213	-1,748	1,535	0,137	-1,42e-6
20	0,190	-0,974	-0,759	0,944	0,084	-1,817	1,901	0,447	-2,74e-6
21	0,161	-1,158	-0,657	0,997	0,121	-1,935	2,056	0,508	-3,42e-6
28	0,179	-0,360	-1,087	0,000	-0,360	-1,087	0,727	-0,142	-0,47e-6
29	0,174	-0,525	-0,885	0,445	-0,225	-1,185	0,960	0,012	-1,16e-6
30	0,160	-0,813	-0,618	0,675	-0,034	-1,398	1,364	0,246	-2,30e-6
31	0,139	-1,127	-0,566	0,775	-0,022	-1,670	1,648	0,312	-3,38e-6
32	0,113	-1,481	-0,909	0,971	-0,182	-2,207	2,024	0,259	-4,33e-6
33	0,078	-2,176	-1,540	0,853	-0,948	-2,768	1,820	-0,394	-6,23e-6
34	0,27	-0,908	-0,161	0,403	0,014	-1,084	1,098	0,231	2,92e-6
41	0,134	-0,088	-0,693	0,000	-0,088	-0,693	0,605	0,051	0,17e-6
42	0,130	-0,183	-0,615	0,256	-0,064	-0,734	0,670	0,083	-0,20e-6
43	0,121	-0,390	-0,502	0,415	-0,027	-0,865	0,838	0,146	-0,97e-6
44	0,106	-0,619	-0,515	0,507	-0,058	-1,077	1,019	0,158	-1,72e-6
45	0,086	-0,794	-0,757	0,651	-0,125	-1,427	1,303	0,161	-2,14e-6
46	0,059	-0,850	-1,117	1,002	0,027	-1,995	2,022	0,426	-2,09e-6
47	0,020	-0,768	-0,682	1,159	0,435	-1,885	2,320	0,812	-2,11e-6
54	0,087	0,407	-0,489	0,000	0,407	-0,489	0,896	0,504	1,68e-6
55	0,085	0,349	-0,458	0,130	0,369	-0,478	0,847	0,465	1,47e-6
56	0,078	0,203	-0,408	0,222	0,275	-0,480	0,755	0,371	0,95e-6
57	0,067	0,010	-0,410	0,298	0,164	-0,564	0,729	0,277	0,31e-6
58	0,052	-0,228	-0,488	0,441	0,102	-0,818	0,920	0,266	-0,43e-6
59	0,031	-0,597	-0,557	0,736	0,159	-1,313	1,472	0,422	-1,62e-6
60	0,006	-1,319	-0,516	0,994	0,154	-1,990	2,144	0,552	-4,05e-6
73	0,045	1,070	-0,401	0,000	1,070	-0,401	1,471	1,150	3,83e-6
74	0,043	1,036	-0,388	0,048	1,038	-0,389	1,428	1,116	3,71e-6
75	0,037	0,945	-0,363	0,079	0,949	-0,367	1,317	1,023	3,39e-6
76	0,028	0,803	-0,349	0,102	0,812	-0,358	1,170	0,884	2,91e-6
77	0,015	0,593	-0,349	0,151	0,617	-0,373	0,990	0,692	2,21e-6
78	-0,002	0,250	-0,348	0,242	0,336	-0,433	0,769	0,422	1,07e-6
79	-0,022	-0,292	-0,418	0,327	-0,022	-0,688	0,665	0,115	-0,70e-6
80	-0,046	-0,909	-1,007	0,679	-0,278	-1,639	1,361	0,050	-2,36e-6
81	-0,080	-2,064	-1,457	0,789	-0,914	-2,606	1,692	-0,393	-5,91e-6
82	-0,129	-1,147	-0,023	0,490	0,161	-1,331	1,491	0,427	-3,81e-6
83	-0,178	-0,540	0,051	0,353	0,213	-0,705	0,921	0,357	-1,84e-6
84	-0,227	-0,230	-0,025	0,254	0,146	-0,401	0,548	0,227	-0,75e-6
85	-0,275	-0,070	-0,084	0,139	0,063	-0,216	0,279	0,106	-0,18e-6
98	0,013	1,841	-0,381	0,000	1,841	-0,381	2,222	1,917	6,39e-6
99	0,011	1,829	-0,376	0,005	1,829	-0,376	2,205	1,904	6,35e-6
100	0,006	1,796	-0,366	0,000	1,796	-0,366	2,163	1,870	6,23e-6
101	-0,004	1,749	-0,357	-0,015	1,749	-0,357	2,106	1,820	6,07e-6
102	-0,017	1,679	-0,344	-0,032	1,679	-0,345	2,024	1,748	5,83e-6
103	-0,033	1,567	-0,339	-0,048	1,568	-0,340	1,908	1,636	5,45e-6
104	-0,053	1,405	-0,394	-0,049	1,406	-0,396	1,802	1,485	4,94e-6
105	-0,076	1,223	-0,633	0,112	1,230	-0,640	1,869	1,358	5,50e-6
106	-0,106	0,910	-0,843	0,551	1,068	-1,001	2,069	1,268	3,59e-6
107	-0,145	0,505	-0,356	0,715	0,909	-0,760	1,670	1,061	1,92e-6
108	-0,187	0,288	-0,194	0,493	0,596	-0,502	1,098	0,697	1,09e-6
109	-0,231	0,150	-0,201	0,314	0,334	-0,385	0,720	0,412	0,63e-6
110	-0,276	0,058	-0,259	0,159	0,124	-0,325	0,449	0,189	0,37e-6

Pastaba: Ekvivalentiniai įtempiai σ_{E1} ir σ_{E2} , nustatyti pagal Kulono ir Moro stiprumo teorijas

2 lentelė. *Centriškai ir išcentriškai apkrauto lankstaus seklaus pamato įtempiai horizontalių pjūvių atskiruose taškuose*

Taškai	Norminiai vienetiniai įtempiai				Svarbiausieji įtempiai		Ekvivalentiniai įtempiai	
	σ_x		σ_y		σ_1		σ_{E1}	
	$X=0$	$X=2\Delta x$	$X=0$	$X=2\Delta x$	$X=0$	$X=2\Delta x$	$X=0$	$X=2\Delta x$
$e = 0$								
115—117	0,000	-0,855	-0,142	0,000	0,000	0,000	0,142	8,855
4—6	-0,369	-0,817	-5,743	-0,444	-0,369	0,003	5,374	1,266
11—13	0,049	-0,670	-3,247	-0,835	0,049	0,119	3,296	1,744
18—20	-0,056	-0,582	-1,989	-0,892	-0,056	0,102	1,934	1,678
28—32	-0,087	-1,113	-1,309	-0,728	-0,087	-0,157	1,222	1,527
41—45	0,050	-0,498	-0,928	-0,779	0,050	-0,155	0,978	0,967
54—8	0,340	-0,037	-0,710	-0,668	0,340	0,155	1,050	1,015
73—80	0,538	0,034	-0,542	-0,321	0,575	0,288	1,154	0,863
98—105	0,034	-0,235	-0,321	0,000	0,288	0,000	0,863	0,235
150—143	0,000	0,000	0,619	-0,017	0,619	0,000	0,619	0,017
$e = 1/6l$								
115—117	0,000	-17,646	-0,030	0,000	0,000	0,000	0,030	17,646
4—6	-0,030	-0,462	0,047	-1,204	0,193	-0,237	0,370	1,192
11—13	-0,611	-1,015	-0,022	-1,666	-0,022	-0,861	0,589	0,958
18—20	-0,798	-1,137	-0,129	-1,598	-0,055	-0,989	0,816	0,757
28—32	-0,706	-1,798	-0,227	-2,987	0,028	-1,179	0,989	2,427
41—45	-0,421	-0,704	-0,312	-2,314	0,195	-0,602	1,124	1,813
54—58	-0,020	-0,009	-0,380	-1,630	0,422	0,045	1,243	1,728
73—80	0,733	0,003	-0,974	-0,042	0,761	0,006	1,763	0,050
98—105	0,057	1,664	-0,578	0,000	0,572	1,664	1,664	1,664
150—143	0,000	0,000	-0,032	-0,011	0,000	0,000	0,032	0,011
$e = 1/12l$								
115—117	-0,195	-4,154	0,000	-8,300	0,000	-4,154	0,195	4,146
4—6	-0,921	-0,245	-0,278	-5,143	-0,140	-0,243	0,920	4,902
11—13	-0,991	-0,309	-0,497	-3,162	-0,216	-0,267	1,057	2,937
18—20	-0,936	-0,812	-0,486	-1,979	-0,189	-0,709	1,043	1,373
28—32	-0,736	-2,250	-0,395	-2,061	-0,054	-0,821	1,022	2,670
41—45	-0,345	-1,119	-0,323	-1,632	0,177	-0,692	1,022	1,367
54—58	0,216	-0,302	-0,290	-1,016	0,535	-0,165	1,143	0,988
73—80	0,903	-1,720	-0,289	-1,158	1,052	-0,322	1,490	2,234
98—105	1,662	1,619	-0,286	-0,654	1,702	1,628	2,028	2,290
150—143	2,490	5,540	-0,230	-0,120	2,490	5,540	2,720	5,660

Išvados

1. Sekliame lanksčiame pamate vietinis gniuždymas tamprioje stadijoje, esant plokštuminiam įtempių būviui, sukelia sudėtingą įtempių pasiskirstymą. Įtempių koncentracijos zonų intensyvumas, jų matmenys ir formos priklauso nuo jėgos padėties ir pamato matmenų santykio.
2. Kai pamatą veikia koncentruota jėga, horizontalūs norminiai įtempiai pasiskirsto nevienodai, palyginus su norminių įtempių sklaida, kai veikia lenkimo momentas.
3. Vertikalūs ir horizontalūs norminiai įtempiai standaus pamato horizontaliuose pjūviuose padidėja kelis kartus, palyginus su medžiagų atsparumo sprendiniais.

4. Ekvivalentinių įtempių pasiskirstymas, jų reljefai įgalina nustatyti santykinę atlaikymo galią, armavimo vietas, ekonomiškai išnaudoti medžiagų stiprius.

Literatūra

1. Холмянский М. М., 1997, *Бетон и железобетон (деформативность и прочность)*. Москва: Стройиздат. 567 с.
2. Šleževičius K., Roličius J., Pelikša M., Mikuckis F., 2003, Įtempimų būvis nedidelėmis aikštelėmis gniuždomose sienutėse. *Mokslo darbai*. Nr. 59 (12) P. 125–130. ISSN 1648-116X LŽŪU, VAGOS.
3. Černius B., 2007, *Pamatų projektavimo pagal 7 eurokodą vadovas*. Kaunas: Technologija. P. 124.
4. Valiūnas K., 2007, *Gruntų stiprumas ir deformacija*. Kaunas: Technologija. P. 79.

5. Варвак П. М., Варвак Л. П., 1987, *Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций*. Москва: Стройиздат. 286 с.
6. *Руководство по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений промышленных предприятий*, 1978. Проектный институт Ленинградский пром-стройпроект. Москва: Стройиздат. 109 с.
7. Žiliukas A., 2006, *Stiprumo ir irimo kriterijai*. Kaunas: Technologija. 208 p.
8. Keras V., Mikuckis F., Roličius J., Šleževičius K., 2003, Statinių pirma laiko irimo apraiškos bei jo imitacinio modeliavimo galimybės. *Vagos: mokslo darbai*. Nr. 60 (13). P. 52–58. LŽŪU.

CONCENTRATION OF STRESSES IN PLIANT SHALLOW FOUNDATIONS

Linas Vasiliauskas, Kazys Šleževičius, Jonas Roličius, Antanas Špokas

Summary

Bearing stress occurs when small areas in bearing parts of foundations are exposed to force. Resistance force of a material under bearing stress depends on the size of the area under load, distribution of contact stresses under the footing of a foundation, the ratio between the dimensions of an element and on other factors.

The article deals with plane stresses in pliant shallow foundations. Stress rise in foundations of this kind is caused by sudden changes in foundation cross-section, concentrated force and its changing position.

Plane stresses have been determined on a unit measuring plate which was centrally and eccentrically exposed to unit force. On boundary and internal discreet points of the plate direct, circumferential, diagonal and unit stresses were calculated.

Stresses obtained by calculaton are presented in graphs and tables. Distribution of stresses is complex. Intensity of their concentration zones, their values and shapes depend on the position of force, on the ratio between the dimensions of a foundation. Stress concentration coefficient increases several times compared to solution of strength of materials.

Relief of distribution of equivalent stresses enables to determine relative resistance force and to exploit strength of materials in a more economical way.

Key words: reinforced concrete, concentration of stresses, deformations, equivalent stresses.

ĮTEMPIŲ KONCENTRACIJA LANKŠČIUOSE SEKLIUOSE PAMATUOSE

Linas Vasiliauskas, Kazys Šleževičius, Jonas Roličius, Antanas Špokas

Santrauka

Glemžimas pasireiškia, kai jėga perduodama nedidelėmis aikštelėmis atraminėse dalyse, pamatuose. Medžiagos stipris glemžimui priklauso nuo apkrovimo aikštelės dydžio, kontaktinių įtempių pasiskirstymo po pamato padu, elemento matmenų santykio ir kitų veiksnių.

Straipsnyje nagrinėjamas plokščias įtempių būvis lanksčiuose sekliuose pamatuose. Šių pamatų koncentratoriai: pamatų skerspjuvių staigus pasikeitimas, sutelkta jėga ir jos kintama padėtis.

Plokštuminis įtempių būvis nustatytas vienetinių matmenų plokštelėje, kurią centriškai ir ekscentriškai veikia vienetinė jėga. Plokštelės kontūrinuose ir vidiniuose diskretiniuose taškuose paskaičiuoti norminiai, tangentiniai, svarbiausieji ir ekvivalentiniai vienetiniai įtempiai.

Paskaičiuoti įtempiai pateikti grafikuose ir lentelėse. Įtempių pasiskirstymas sudėtingas. Jų koncentracijos zonų intensyvumas, dydis ir forma priklauso nuo jėgos padėties, pamato matmenų santykio. Įtempių koncentracijos koeficientas padidėja kelis kartus, palyginus su medžiagų atsparumo sprendiniu.

Ekvivalentinių įtempių pasiskirstymo reljefai įgalina nustatyti santykinę atlaikymo galią, leidžia ekonomiškiau išnaudoti medžiagos stiprius.

Prasminiai žodžiai: betonas, įtempių koncentracija, deformacijos, ekvivalentiniai įtempiai.

Įteikta 2008-10-02