

地表面に円形分布荷重が作用した場合の任意点における地盤内応力

み見  
かつ勝

ただし  
**雅\***

## 1. はじめに

著者は円形剛基礎の支持力に関する一連の研究<sup>1)~9)</sup>を行なうに際し、このような円形分布荷重が地表面に作用した場合の地盤内応力に関しては、現在のところ基礎底面直下、円形基礎中心線上における任意点の地盤内応力などの限られた範囲の数表があるだけであることを再認識すると同時に、地表面に円形分布荷重が作用した場合の任意点における地盤内応力値に関する数表があれば非常に便利であることを痛感した。この種の研究に対しては、一応ラブ(Love)の基本式<sup>10)</sup>が紹介されてはいるが、かなり難解であるため数表の作成までには至っていないようである。

そこで、ポアソン係数 (Poisson's ratio)  $\nu$  (Boussinesq) さらに応力集中係数を導入したフロリッヒ (Fröhlich) の理論、すなわち、地表面に鉛直な集中荷重が作用した場合の地盤内の任意点における応力を、地表面に円形分布荷重が作用した場合の地盤内応力に適用拡張し、しかるのち、鉛直方向直応力  $\sigma_z$  とせん断応力  $\tau_{rz}$  の影響値に関して数値計算を行ない、模型実験結果と対比するためにその結果の一部を等応力線図として図示したことがある<sup>8), 9)</sup>。本論文においてはこのような数値計算結果をもとに最上<sup>11)</sup>の「半無限弾性体内の一点に力が作用するときの応力を求むる数値表」を参考にして数表を作成したので、次章以降にそれらについて記述する。

## 2. 地表面に等分布円形荷重が作用した場合の地盤内応力

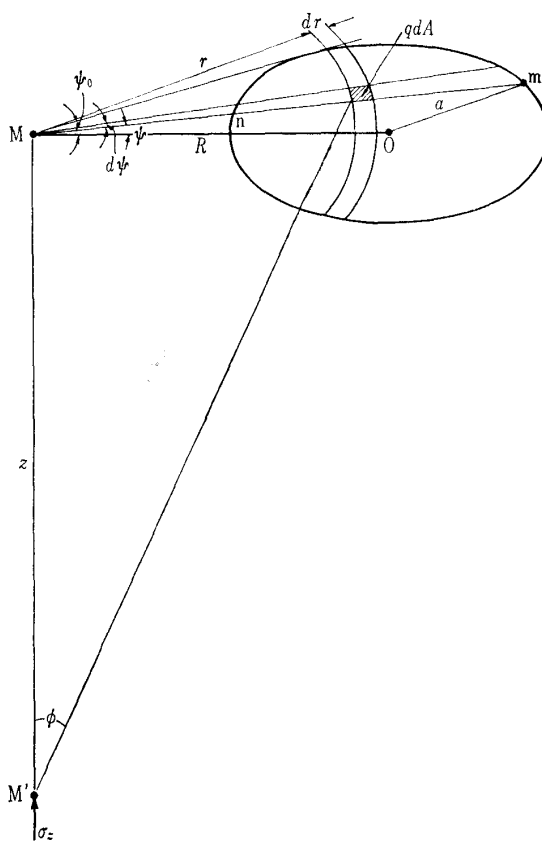
地表面に鉛直な等分布円形荷重  $q$  が作用した場合の地盤内の任意点における鉛直方向直応力  $\sigma_z$  の影響値  $I\sigma_z \equiv \sigma_z/q$  はブーシネスクの式を図—1 に適用することにより次式となる。すなわち、

$$\frac{d\sigma_z}{q} = \frac{3}{2\pi} r z^3 (r^2 + z^2)^{-5/2} d\Psi dr \dots\dots\dots(1)$$

ゆえに、

$$\frac{\sigma_z}{q} (\equiv I\sigma_z) = \frac{3}{\pi} \int_0^{\Psi_0} \int_{\overline{Mn}}^{\overline{Mm}} rz^3 (r^2 + z^2)^{-5/2} d\Psi dr \dots (2)$$

ここに、



図一1 等分布円形荷重  $q$  が地表面に作用した場合の地盤内の任意点に生ずる応力を求めるための説明図

$$\left. \begin{aligned} \overline{Mm} &= R \cos \Psi + a \left( 1 - \frac{R^2}{a^2} \sin^2 \Psi \right)^{1/2} \\ \overline{Mn} &= R \cos \Psi - a \left( 1 - \frac{R^2}{a^2} \sin^2 \Psi \right)^{1/2} \\ \Psi_0 &= \sin^{-1}(a/R) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、フローリッヒの応力集中係数 $\nu$ を導入すれば式(2)はつぎの式(4)で書ける。

$$\left(\int_A \frac{d\sigma_z}{q} dA \equiv\right) \frac{\sigma_z}{q} (\equiv I\sigma_z)$$

$$= \frac{\nu}{\pi} \int_0^{\Psi_0} \int_{\overline{Mn}}^{\overline{Mm}} r z^{\nu} (r^2 + z^2)^{-(\nu+2)/2} d\Psi dr \dots\dots\dots (4)$$

同様にして、せん断応力  $\tau_{rz}$  の影響値  $l_{\tau_{rz}} \equiv \tau_{rz}/q$  はつぎのようになる。

$$\frac{\tau_{rz}}{q} (\equiv I \tau_{rz})$$

$$= \frac{\nu}{\pi} \int_0^{\Psi_0} \int_{\overline{M}^n} r^2 z^{\nu-1} (r^2 + z^2)^{-(\nu+2)/2} d\Psi dr \dots\dots(5)$$

ここに、 $\overline{Mm}$ ,  $\overline{Mn}$  および  $\Psi_0$  は式(3)の関係式で表わされる。  
なお、当然のことながら式(4), 式(5)において  $\nu=3$  とすれ

\* 工博 鳥取大学教授 工学部土木工学科

表-1 鉛直方向直応力の影響値  $I_{\sigma_z}$  の数表

v=3.0															
Z/a \ R/a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
0.1	1.0133	1.0126	1.0105	1.0073	1.0030	0.99787	0.97240	0.47249	0.00113	0.00011	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000	
0.2	0.99387	0.99365	0.99292	0.99145	0.98871	0.98354	0.92344	0.48572	0.00781	0.00084	0.00020	0.00007	0.00003	0.00001	
0.3	0.97650	0.97575	0.97337	0.96881	0.96091	0.94735	0.83943	0.46213	0.02133	0.00265	0.00065	0.00022	0.00009	0.00005	
0.4	0.94884	0.94742	0.94291	0.93451	0.92057	0.89818	0.76149	0.43993	0.03925	0.00576	0.00147	0.00052	0.00022	0.00011	
0.5	0.91058	0.90845	0.90177	0.88961	0.87026	0.84096	0.69341	0.41959	0.05829	0.01011	0.00272	0.00098	0.00042	0.00021	
0.75	0.78382	0.78057	0.77062	0.75340	0.72804	0.69344	0.56033	0.37340	0.09773	0.02464	0.00772	0.00296	0.00132	0.00066	
1.0	0.64645	0.64318	0.63333	0.61679	0.59346	0.56333	0.46042	0.33026	0.12505	0.04129	0.01492	0.00617	0.00288	0.00148	
1.5	0.42397	0.42194	0.41591	0.40598	0.39238	0.37539	0.32080	0.25369	0.13629	0.06422	0.02974	0.01438	0.00740	0.00406	
2.0	0.28446	0.28339	0.28020	0.27496	0.26780	0.25886	0.23004	0.19342	0.12503	0.07244	0.04013	0.02223	0.01262	0.00742	
2.5	0.19959	0.19901	0.19729	0.19447	0.19059	0.18573	0.16980	0.14866	0.10783	0.07133	0.04489	0.02772	0.01716	0.01079	
3.0	0.14619	0.14586	0.14488	0.14327	0.14104	0.13824	0.12892	0.11604	0.09095	0.06586	0.04546	0.03057	0.02037	0.01361	
3.5	0.11104	0.11085	0.11026	0.10928	0.10793	0.10623	0.10047	0.09219	0.07631	0.05895	0.04359	0.03134	0.02219	0.01563	
4.0	0.08693	0.08680	0.08643	0.08580	0.08494	0.08385	0.08012	0.07455	0.06419	0.05201	0.04053	0.03071	0.02285	0.01685	
v=4.0															
Z/a \ R/a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
0.1	1.0166	1.0154	1.0120	1.0068	1.0002	0.99268	0.96834	0.45482	0.00021	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.2	1.0009	1.0009	1.0008	1.0005	0.99974	0.99780	0.95891	0.49553	0.00272	0.00016	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000	
0.3	0.99354	0.99321	0.99210	0.98986	0.98563	0.97757	0.88981	0.47656	0.01041	0.00075	0.00013	0.00003	0.00001	0.00000	
0.4	0.98108	0.98024	0.97749	0.97212	0.96263	0.94602	0.81969	0.45744	0.02352	0.00211	0.00039	0.00011	0.00004	0.00001	
0.5	0.96004	0.95851	0.95362	0.94439	0.92889	0.90378	0.75559	0.43993	0.04002	0.00448	0.00088	0.00025	0.00009	0.00004	
0.75	0.86979	0.86667	0.85700	0.85494	0.81406	0.77749	0.62634	0.40101	0.08160	0.01500	0.00359	0.00111	0.00042	0.00018	
1.0	0.75000	0.74630	0.73510	0.71609	0.68889	0.65315	0.52712	0.36420	0.11211	0.02930	0.00843	0.00287	0.00113	0.00050	
1.5	0.52071	0.51802	0.51000	0.49679	0.47863	0.45591	0.38273	0.29352	0.13683	0.05587	0.02207	0.00915	0.00409	0.00197	
2.0	0.36000	0.35847	0.35393	0.34647	0.33628	0.32360	0.28291	0.23210	0.13439	0.07040	0.03473	0.01706	0.00861	0.00453	
2.5	0.25684	0.25599	0.25345	0.24928	0.24358	0.23644	0.21323	0.18308	0.12140	0.07434	0.04280	0.02402	0.01350	0.00772	
3.0	0.19000	0.18951	0.18804	0.18561	0.18228	0.17809	0.16426	0.14555	0.10578	0.07202	0.04632	0.02882	0.01771	0.01091	
3.5	0.14525	0.14495	0.14405	0.14257	0.14052	0.13794	0.12930	0.11716	0.09087	0.06673	0.04657	0.03140	0.02077	0.01364	
4.0	0.11419	0.11399	0.11342	0.11247	0.11116	0.10949	0.10385	0.09564	0.07777	0.06040	0.04485	0.03220	0.02261	0.01569	
v=5.0															
Z/a \ R/a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
0.1	1.0154	1.0136	1.0087	1.0011	0.99155	0.98107	0.95310	0.43230	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.2	1.0033	1.0034	1.0036	1.0038	1.0038	1.0033	0.97860	0.50057	0.00095	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.3	0.99858	0.99845	0.99801	0.99703	0.99498	0.99053	0.92175	0.48535	0.00505	0.00021	0.00002	0.00001	0.00000	0.00000	
0.4	0.99309	0.99263	0.99110	0.98796	0.98195	0.97043	0.85894	0.46820	0.01395	0.00075	0.00010	0.00002	0.00001	0.00000	
0.5	0.98217	0.98117	0.97790	0.97145	0.95994	0.93987	0.79881	0.45225	0.02711	0.00194	0.00027	0.00006	0.00002	0.00001	
0.75	0.92144	0.91869	0.91009	0.89456	0.87020	0.83438	0.67372	0.41784	0.06659	0.01012	0.00162	0.00040	0.00012	0.00005	
1.0	0.82323	0.81941	0.80778	0.78778	0.75866	0.71961	0.57645	0.38593	0.10048	0.02064	0.00470	0.00131	0.00043	0.00017	
1.5	0.60121	0.59795	0.58822	0.57215	0.54999	0.52215	0.43200	0.32241	0.13566	0.04788	0.01609	0.00570	0.00221	0.00093	
2.0	0.42757	0.42558	0.41967	0.40998	0.39674	0.38027	0.32765	0.26280	0.14128	0.06698	0.02938	0.01278	0.00573	0.00270	
2.5	0.30999	0.30884	0.30543	0.29982	0.29214	0.28258	0.25164	0.21213	0.13281	0.07550	0.03977	0.02027	0.01033	0.00537	
3.0	0.23157	0.23089	0.22887	0.22554	0.22097	0.21524	0.19645	0.17150	0.11908	0.07649	0.04586	0.02641	0.01496	0.00849	
3.5	0.17813	0.17772	0.17647	0.17441	0.17158	0.16800	0.15612	0.13976	0.10445	0.07318	0.04826	0.03052	0.01886	0.01155	
4.0	0.14064	0.14037	0.13956	0.13823	0.13640	0.13408	0.12626	0.11512	0.09080	0.06784	0.04806	0.03271	0.02168	0.01416	
v=6.0															
Z/a \ R/a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
0.1	1.0093	1.0071	1.0007	0.99087	0.97850	0.96510	0.93253	0.40786	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.2	1.0051	1.0052	1.0055	1.0059	1.0062	1.0063	0.99031	0.50300	0.00033	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.3	1.0002	1.0002	1.0000	0.99969	0.99882	0.99654	0.94347	0.49138	0.00245	0.00006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.4	0.99759	0.99736	0.99656	0.99482	0.99120	0.98353	0.88733	0.47577	0.00828	0.00027	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	
0.5	0.99208	0.99147	0.98940	0.98513	0.97698	0.96157	0.83109	0.46086	0.01832	0.00083	0.00008	0.00001	0.00000	0.00000	
0.75	0.95252	0.95025	0.94303	0.92962	0.90781	0.87430	0.70999	0.42898	0.05392	0.00521	0.00072	0.00014	0.00004	0.00001	
1.0	0.87500	0.87130	0.85992	0.84006	0.81054	0.77001	0.61465	0.40068	0.09112	0.01459	0.00262	0.00059	0.00017	0.00005	
1.5	0.66819	0.66447	0.65336	0.63494	0.60942	0.57720	0.47195	0.34382	0.13580	0.04116	0.01171	0.00354	0.00118	0.00044	
2.0	0.48800	0.48557	0.47834	0.46647	0.45026	0.43010	0.36582	0.28740	0.14909	0.06378	0.02482	0.00953	0.00380	0.00159	
2.5	0.35934	0.35789	0.35355	0.34644	0.33673	0.32463	0.28573	0.23674	0.14504	0.07654	0.03683	0.01702	0.00786	0.00371	
3.0	0.27100	0.27012	0.26750	0.26320	0.25730	0.24992	0.22584	0.19437	0.13325	0.08087	0.04518	0.02405	0.01255	0.00656	
3.5	0.20976	0.20921	0.20757	0.20488	0.20117	0.19651	0.18110	0.16023	0.11898	0.07974	0.04968	0.02945	0.01699	0.00970	
4.0	0.16629	0.16594	0.16488	0.16313	0.16071	0.15765	0.14743	0.13312	0.10484	0.07558	0.05111	0.03297	0.02061	0.01267	
v=7.0															
Z/a \ R/a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
0.1	0.99809	0.99548	0.98792	0.97620	0.96162	0.94580	0.90933	0.38321	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.2	1.0070	1.0071	1.0074	1.0079	1.0082	1.0084	0.99741	0.50365	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.3	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0006	0.99959	0.95895	0.49579	0.00118	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.4	0.99931	0.99920	0.99881	0.99789	0.99580	0.99082	0.90878	0.48152							

表-2 セン断応力の影響値  $I_{rz}$  の数表

v=3.0													
z/a R/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.1	0.00576	0.01140	0.01689	0.02245	0.02874	0.06500	0.33168	0.00867	0.00160	0.00053	0.00023	0.00012	0.00007
0.2	0.00558	0.01174	0.01923	0.02913	0.04331	0.12839	0.30730	0.03066	0.00616	0.00209	0.00091	0.00047	0.00026
0.3	0.01099	0.02293	0.03694	0.05454	0.07794	0.18325	0.29212	0.05760	0.01305	0.00456	0.00202	0.00104	0.00059
0.4	0.01667	0.03446	0.05460	0.07852	0.10788	0.21074	0.27751	0.08253	0.02144	0.00778	0.00350	0.00181	0.00103
0.5	0.02155	0.04413	0.06879	0.09654	0.12814	0.21917	0.26181	0.10212	0.03042	0.01154	0.00529	0.00276	0.00159
0.75	0.02759	0.05546	0.08379	0.11248	0.14098	0.20196	0.22084	0.12617	0.05082	0.02195	0.01071	0.00584	0.00339
1.0	0.02637	0.05247	0.07796	0.10237	0.12502	0.16815	0.18178	0.12785	0.06454	0.03164	0.01652	0.00928	0.00557
1.5	0.01759	0.03480	0.05126	0.06661	0.08048	0.10642	0.11893	0.10508	0.07101	0.04332	0.02608	0.01607	0.01025
2.0	0.01065	0.02110	0.03114	0.04058	0.04926	0.06655	0.07730	0.07824	0.06297	0.04506	0.03073	0.02075	0.01414
2.5	0.00658	0.01306	0.01933	0.02531	0.03090	0.04296	0.05118	0.05682	0.05135	0.04125	0.03111	0.02279	0.01657
3.0	0.00424	0.00843	0.01252	0.01646	0.02020	0.02840	0.03486	0.04133	0.04052	0.03546	0.02896	0.02275	0.01752
3.5	0.00286	0.00569	0.00847	0.01116	0.01375	0.01959	0.02447	0.03044	0.03168	0.02956	0.02572	0.02141	0.01753
4.0	0.00200	0.00399	0.00595	0.00786	0.00971	0.01397	0.01768	0.02278	0.02480	0.02432	0.02225	0.01943	0.01645

v=4.0													
z/a R/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.1	0.00601	0.01154	0.01622	0.01988	0.02271	0.03488	0.26508	0.00145	0.00015	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000
0.2	0.00160	0.00348	0.00602	0.00983	0.01609	0.06955	0.25080	0.00976	0.00111	0.00027	0.00009	0.00004	0.00002
0.3	0.00425	0.00912	0.00154	0.02430	0.03793	0.12116	0.24187	0.02564	0.00347	0.00087	0.00030	0.00013	0.00006
0.4	0.00832	0.01761	0.02900	0.04405	0.06489	0.15748	0.23546	0.04515	0.00741	0.00196	0.00070	0.00030	0.00015
0.5	0.01293	0.02699	0.04342	0.06363	0.08908	0.17730	0.22802	0.06415	0.01257	0.00359	0.00131	0.00057	0.00028
0.75	0.02215	0.04498	0.06906	0.09469	0.12162	0.17194	0.20501	0.09747	0.02930	0.00978	0.00387	0.00175	0.00089
1.0	0.02490	0.04977	0.07447	0.09864	0.12162	0.16658	0.17870	0.11031	0.04486	0.01775	0.00768	0.00367	0.00191
1.5	0.01951	0.03861	0.05686	0.07382	0.08908	0.11709	0.12787	0.10367	0.06126	0.03212	0.01668	0.00896	0.00505
2.0	0.01270	0.02513	0.03702	0.04812	0.05820	0.07776	0.08830	0.08369	0.06127	0.03921	0.02380	0.01434	0.00877
2.5	0.00814	0.01614	0.02385	0.03114	0.03789	0.05179	0.06089	0.06415	0.05393	0.03975	0.02731	0.01820	0.01206
3.0	0.00536	0.01065	0.01579	0.02070	0.02533	0.03529	0.04263	0.04845	0.04486	0.03664	0.02774	0.02013	0.01432
3.5	0.00366	0.00729	0.01083	0.01424	0.01750	0.02474	0.03050	0.03665	0.03641	0.03212	0.02624	0.02043	0.01545
4.0	0.00259	0.00516	0.00768	0.01012	0.01248	0.01784	0.02234	0.02798	0.02930	0.02742	0.02380	0.01962	0.01566

v=5.0													
z/a R/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.1	0.00683	0.01295	0.01778	0.02096	0.02245	0.02369	0.22254	0.00025	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.2	0.00062	0.00140	0.00250	0.00423	0.00725	0.04058	0.21724	0.00318	0.00020	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000
0.3	0.00155	0.00343	0.00613	0.01049	0.01817	0.08184	0.20888	0.01161	0.00091	0.00016	0.00004	0.00002	0.00001
0.4	0.00390	0.00849	0.01467	0.02381	0.03809	0.11868	0.20527	0.02498	0.00253	0.00048	0.00013	0.00005	0.00002
0.5	0.00729	0.01558	0.02605	0.04024	0.06007	0.14304	0.20136	0.04048	0.00526	0.00108	0.00031	0.00011	0.00005
0.75	0.01668	0.03433	0.05383	0.07584	0.10053	0.15083	0.18795	0.07417	0.01646	0.00421	0.00134	0.00051	0.00022
1.0	0.02205	0.04436	0.06704	0.08992	0.11242	0.15861	0.17043	0.09282	0.03024	0.00959	0.00342	0.00138	0.00063
1.5	0.02030	0.04019	0.05924	0.07698	0.09292	0.12169	0.13086	0.09794	0.05064	0.02277	0.01017	0.00475	0.00236
2.0	0.01420	0.02807	0.04129	0.05356	0.06461	0.08540	0.09525	0.08490	0.05663	0.03242	0.01749	0.00939	0.00515
2.5	0.00945	0.01871	0.02760	0.03595	0.04360	0.05893	0.06815	0.06834	0.05355	0.03624	0.02268	0.01375	0.00829
3.0	0.00636	0.01262	0.01867	0.02443	0.02980	0.04111	0.04896	0.05344	0.04680	0.03572	0.02508	0.01681	0.01103
3.5	0.00440	0.00875	0.01298	0.01704	0.02089	0.02929	0.03568	0.04146	0.03936	0.03286	0.02522	0.01836	0.01297
4.0	0.00314	0.00625	0.00929	0.01223	0.01505	0.02136	0.02648	0.03226	0.03253	0.02908	0.02394	0.01865	0.01402

v=6.0													
z/a R/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.1	0.00708	0.01333	0.01804	0.02071	0.02120	0.01635	0.19037	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.2	0.00052	0.00114	0.00197	0.00316	0.00501	0.02627	0.19539	0.00106	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00054	0.00126	0.00241	0.00452	0.00876	0.05663	0.18616	0.00536	0.00024	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000
0.4	0.00176	0.00396	0.00724	0.01266	0.02223	0.09082	0.18343	0.01405	0.00086	0.00012	0.00003	0.00001	0.00000
0.5	0.00395	0.00868	0.01520	0.02496	0.04008	0.11642	0.18107	0.02588	0.00217	0.00032	0.00007	0.00002	0.00001
0.75	0.01208	0.02525	0.04062	0.05914	0.08140	0.13238	0.17271	0.05661	0.00920	0.00179	0.00046	0.00014	0.00005
1.0	0.01877	0.03806	0.05824	0.07939	0.10104	0.14834	0.16083	0.07759	0.02018	0.00598	0.00149	0.00051	0.00020
1.5	0.02028	0.04020	0.05937	0.07732	0.09353	0.12263	0.13043	0.09059	0.04100	0.01578	0.00604	0.00245	0.00107
2.0	0.01524	0.03011	0.04425	0.05733	0.06902	0.09046	0.09934	0.08360	0.05090	0.02606	0.01249	0.00597	0.00293
2.5	0.01052	0.02082	0.03067	0.03986	0.04822	0.06452	0.07351	0.07034	0.05146	0.03200	0.01824	0.01005	0.00551
3.0	0.00724	0.01435	0.02120	0.02768	0.03368	0.04603	0.05410	0.05681	0.04711	0.03363	0.02190	0.01356	0.00821
3.5	0.00508	0.01008	0.01494	0.01958	0.02395	0.03331	0.04012	0.04514	0.04099	0.03240	0.02337	0.01592	0.01049
4.0	0.00366	0.00727	0.01079	0.01419	0.01742	0.02456	0.03016	0.03575	0.03475	0.02968	0.02320	0.01708	0.01210

v=7.0													
z/a R/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.1	0.00659	0.01235	0.01651	0.01847	0.01800	0.00916	0.16397	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.2	0.00068	0.00145	0.00239	0.00357	0.00512	0.01935	0.18002	0.00036	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00019	0.00047	0.00097	0.00201	0.00435	0.04007	0.16966	0.00252	0.00006	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00077	0.00181	0.00352	0.00669	0.01299	0.07052	0.16705	0.00803	0.00030	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	0.00208	0.00473	0.00873	0.01534	0.02700	0.09578	0.16542	0.01677	0.00090	0.00010	0.00002	0.00000	0.00000
0.75	0.00851	0.01813	0.03004	0.04543	0.06526	0.11673	0.15982	0.04353	0.00515	0.00076	0.00015	0.00004	0.00001
1.0	0.01553	0.											

## 資料-259

ばブーシネスクの式を拡張したものになることはいうまでもない。

### 3. 鉛直方向直応力 $\sigma_z$ とせん断応力 $\tau_{rz}$ の影響値に関する数表

2.においては、地表面に等分布円形荷重が作用した場合の地盤内の任意点における鉛直方向直応力  $\sigma_z$  とせん断応力  $\tau_{rz}$  の影響値、すなわち  $I\sigma_z$  と  $I\tau_{rz}$  を求める理論計算式について述べてきた。

そこで、本章では式(4)、式(5)で表わされた影響値をガウス (Gauss) の8点法<sup>12)</sup>を応用した数値積分法<sup>13)~15)</sup>を用いて数値計算を行なった。その結果を簡便に利用できるように数表に表わしたのが、表-1、表-2である。なお、飽和粘土ではポアソン比が0.5と考えられるので応力集中係数  $\nu=3$ 、密な砂では  $\nu=4\sim5$ 、ゆるい砂で  $\nu=6\sim7$  といわれている<sup>10)</sup>。また、著者などが行なった研究<sup>8),9)</sup>によると  $\nu\leq 7$  程度としたものが実験結果とよい対応を示したことなども参考にして、 $3\leq \nu\leq 7$  の範囲で1きざみに数値計算を行なった。さらに、図-1における等分布円形荷重の中心Oからいま求めようとする地盤内の任意点M'までの水平距離  $\overline{OM}=R$  とその深さ  $\overline{MM'}=Z$  の値に関しては、最上<sup>11)</sup>の「半無限弾性体内の一点に力が作用するときの応力を求める数値表」を一応参考にして決定した。

### 4. おわりに

本文は以上のように、地表面に鉛直な等分布円形荷重が作用した場合の地盤内の任意点における鉛直方向直応力  $\sigma_z$  とせん断応力  $\tau_{rz}$  の影響値、すなわち  $I\sigma_z$  と  $I\tau_{rz}$  をブーシネスクの弾性理論にフローリッヒの応力集中係数  $\nu$  を導入したものに適用拡張して求め、しかるのち数値計算を行ない、表-1、表-2のような数表を提示した。ここでは、鉛直方向直応力  $\sigma_z$  とせん断応力  $\tau_{rz}$  の2者を対象としているが、半径方向直応力  $\sigma_r$ 、接線方向直応力  $\sigma_\theta$  に関しても同様な計算を行なうことにより求められる。これらの表が地盤内応力を取り扱う問題に対し、いささかなりとも貢

献できればこの上ない幸せとするものである。

なお、数値計算は鳥取大学工学部電子計算機 TOSBAC-3040/MODEL-21 によったことを付記するとともに、当時の鳥取大学大学院工学研究科修士課程土木工学専攻学生横山 斤氏 (現在 K.K. 日本水道コンサルタント勤務) ならびに同学生西原 晃氏に多大なご協力を賜った。両氏に対し深甚なる謝意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- 1) 勝見 雅: 3次元軸対称問題としての支持力理論, 第4回土質工学研究発表会講演集, IV-25, 昭.44. 6, pp. 555~560.
- 2) 勝見 雅・神野広巳: 基礎底面があらの場合における3次元軸対称としての支持力に関する研究, 土木学会第24回年次学術講演会講演概要集, III-23, 昭.44. 9, pp. 71~74.
- 3) 勝見 雅・神野広巳: 軸対称としての浅い基礎の支持力について, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, III-13, 昭.45. 5, pp. III-13-1~2.
- 4) 勝見 雅・神野広巳: 軸対称としての浅い基礎の支持力について(第2報), 土木学会第25回年次学術講演会講演概要集, III-146, 昭.45. 11, pp. 419~420.
- 5) 勝見 雅: 軸対称としての浅い基礎の支持力について(第3報), 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, III-146, 昭.46. 5, pp. III-18-1~2.
- 6) 勝見 雅: 杭基礎の水平抵抗ならびに鉛直支持力に関する研究, 京都大学提出博士学位論文, 昭.47. 6, pp. 163~238.
- 7) 勝見 雅: 杭先の角度に注目した支持力について, 土木学会第28回年次学術講演会講演概要集, III-106, 昭.48. 10, pp. 214~215.
- 8) 勝見 雅・横山 斤: 円形剛基礎の支持力に関する基礎的研究: 第11回土質工学研究発表会講演集, 153, 昭.51. 6, pp. 597~600.
- 9) 勝見 雅: 中間主応力に注目した円形剛基礎の支持力に関する研究, 土木学会論文報告集, 第252号, 昭.51. 8, pp. 73~85.
- 10) 最上武雄: 土質力学, 技報堂, 昭.40. 11, pp. 221~236.
- 11) 最上武雄: 半無限弾性体内の一点に力が作用するときの応力を求める数値表, 鹿島建設技術研究所出版部, 昭.32. 3, pp. 1~58.
- 12) 森口繁一・高田 勝: 数値計算法 I, 岩波講座現代応用数学, 岩波書店, 第12巻4, B.13. I, 1959. 6, pp. 51~58.
- 13) 勝見 雅: 群ぐいの弾性沈下に関する一計算法, 立命館大学理工学研究紀要, 第15号, 昭.41. 12, pp. 103~111.
- 14) 後藤尚男・勝見 雅: 大径鋼管ぐいの沈下に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第138号 昭.42. 2, pp. 1~10.
- 15) 上掲6), pp. 89~161.

(原稿受理 1976. 7. 23)

## 土の試験・調査実習書

土 質 工 学 会 編  
教育関係資料編集委員会

定価 1,800円, 会員特価 1,500円  
(2冊以上は1冊1,500円)

B5判 401ページ, 巻末データシート53枚付, 送料1冊240円

申込み先 社団法人 土質工学会 東京都港区西新橋1丁目13番5号(東亜別館)  
〒105 ☎(03)502-6256~9 振替東京4-40786