

III-297 杭の極限支持力判定法に関する一考察（打込杭・場所打杭の場合）

大阪大林組技術研究所 正員 ○ 芳賀 孝成

同上 正員 土屋 幸三郎

㈱ エ ス コ 正員 室橋 伸一

1. まえがき

鉛直載荷試験による杭の極限荷重は荷重～沈下曲線が沈下量軸と平行になるときの荷重と一般に定義されているが、このような現象が得られるまで載荷できることはまれである。このため極限荷重に至るある荷重を設計に使用する極限荷重とみなすのが実際的な方法である。しかし、荷重～沈下曲線のどの点を極限荷重とすべきかは明確にされていない。そこで前報（第35回土木学会年次学術講演概要集）では埋込杭の鉛直載荷試験20例を用いて、極限支持力判定規準、および推定法による極限荷重と視覚判定によるものとの対比を行い検討したが、本報では打込杭と場所打杭の多くの鉛直載荷試験結果のうち比較的沈下量が大きくなるまで載荷されたものを15例づつとりあげ前報と同様な検討を行なった。検討に用いた試験結果を表-1、表-2に示す。荷重～沈下曲線を図-1、図-2に示すが極限荷重を判定するには沈下量が十分でないものについては残留沈下量、先端沈下量なども参考にして曲線を若干伸長した。降伏荷重（ R_y ）とT. Whitakerが提案する視覚判定によるもの（ R_u ）との関係を図-3に示す。

2. 規準による極限荷重と視覚判定

によるものとの関係

各国の鉛直載荷試験における極限荷重の判定規準には打込杭や場所打杭など施工法別に適用するもの、杭頭沈下量を用いるか残留沈下量を用いるかなど種々のものがある。ここでは前報での検討に用いた次の3種の規準から極限荷重を求めてみた。①カナダ建築規準：残留沈下量 $S_R = 25\text{mm}$ のときの載荷重を極限荷重（ R_{cc} ）とする。

番号	杭径 D(mm)	杭長 L(m)	視覚判定 規準	先端 沈下量 記号	Pmax (ton)	R_y (ton)	R_u (ton)	R_{cc} (ton)	R_{dc} (ton)	R_{nc} (ton)	R_{vs} (ton)	R_{cs} (ton)
1	3240	20	○	△	160	110	140	162	135	153	200	240
2	4064	25	○	△	135	100	125	135	129	133	150	238
3	4573	31	○	△	420	360	420	505	436	520	700	784
4	711.2	44	□	□	850	590	800	823	815	850	850	970
5	711.2	45	□	□	750	605	700	670	660	740	750	867
6	711.2	34	□	□	550	400	540	560	530	580	550	594
7	711.2	50	○	□	770	525	730	700	670	830	800	982
8	711.2	54	○	□	850	570	760	800	780	900	850	937
9	4850	42	○	□	90	68	100	113	102	103	90	109
10	4850	42	○	□	155	110	160	178	143	175	150	195
11	8128	17	□	△	200	180	200	210	208	210	190	246
12	5080	57	□	□	360	290	360	363	365	370	400	530
13	4000	7	●	○	91	60	70	76	68	67	70	90
14	7620	11	○	△	300	250	300	310	310	310	300	337
15	8128	21	○	○	370	280	320	340	326	310	253	345

表-1 載荷試験結果と極限支持力判定値一覧（打込杭）

番号	杭径 D(mm)	杭長 L(m)	視覚判定 規準	先端 沈下量 記号	Pmax (ton)	R_y (ton)	R_u (ton)	R_{cc} (ton)	R_{dc} (ton)	R_{nc} (ton)	R_{vs} (ton)	R_{cs} (ton)
1	1200	31	○	○	700	420	700	750	750	750	900	960
2	1500	47	○	△	2700	2400	2400	2900	2900	2900	2500	3067
3	1000	21	○	□	550	390	470	525	525	580	500	521
4	1000	17	△	△	750	502	900	940	940	940	1000	1260
5	700	68	□	□	500	300	500	415	364	590	450	670
6	660	57	□	□	360	300	340	338	313	380	400	555
7	1500	18	○	△	900	530	780	810	915	1050	900	1041
8	800	20	△	□	500	340	450	430	420	520	450	556
9	800	14	△	○	450	290	450	550	530	550	500	555
10	800	22	△	○	500	320	500	550	540	550	500	580
11	1000	27	○	△	650	420	500	575	575	675	500	618
12	1000	20	△	△	650	340	650	770	770	910	700	990
13	1500	30	□	△	840	370	700	650	730	900	1000	1176
14	1000	19	○	△	600	500	600	660	660	670	700	767
15	1200	21	○	△	800	700	900	880	950	1110	900	1014

表-2 載荷試験結果と極限支持力判定値一覧（場所打杭）

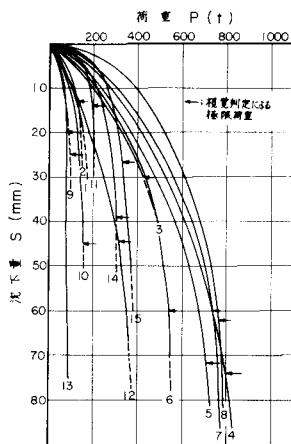


図-1 P-S 曲線（打込杭）

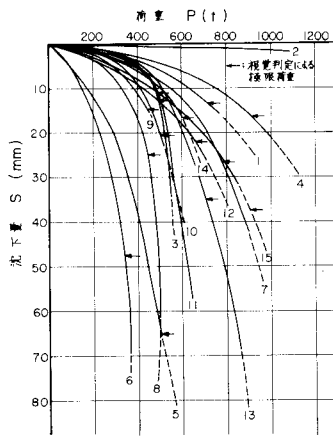


図-2 P-S 曲線（場所打杭）

②ドイツDIN規準： $S_R = 0.025D$ のときの載荷重を極限荷重（ R_{DC} ）とする。③米国ニューオリンズ規準： $S_R = 0.05 \text{ in/TON}$ のときの載荷重を極限荷重（ R_{NC} ）とする。図-4、図-5、図-6に上記①～③によって求めた極限荷重（ R_{CC} 、 R_{DC} 、 R_{NC} ）と視覚判定によるもの（ R_u ）との関係を示す。なお図中には前報の埋込杭の結果もプロットした。いずれの図においても打込杭、埋込杭については比較的良い対応を示しているが、場所打杭については規準によるものの方が10～20%程度大きな値となっている。

3. 推定法による極限荷重と視覚判定によるものとの関係

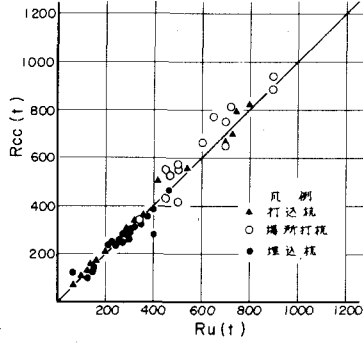


図-4 R_{cc} と R_u の関係

荷重～沈下曲線からの極限荷重の推定法には①Van der Veenの方法、②Chin・F・Kの方法がある。

図-7、図-8は①による極限荷重（ R_{vs} ）、②による極限荷重（ R_{cs} ）と視覚判定によるもの（ R_u ）との関係を示す。推定法によるものは視覚判定によるものより大きな値を示し、特に R_{cs} は平均して30%程度大きな値となることが認められる。なお図-9に R_{NC} と R_{cs} との関係、図-10に R_{vs} と R_{cs} との関係を示すが比較的良い相関性が示されている。

4. あとがき

設計のための極限荷重の判定には載荷試験において残留沈下量が25mm程度のときの載荷重、あるいはChin・F・Kの方法により求めた値の75%程度の荷重とするなどの方法が考えられるが、今後、さらに載

荷試験データを集積し、周面摩擦抵抗と先端地盤抵抗との関係、杭径と杭長、地盤性状、杭の施工法などの種々の項目についても調査して極限支持力とはいかなるものかをさらに検討してみたい。最後に、載荷試験結果の一部を提供して載った駿河台基礎構造協会 蔵夫氏に謝意を表します。

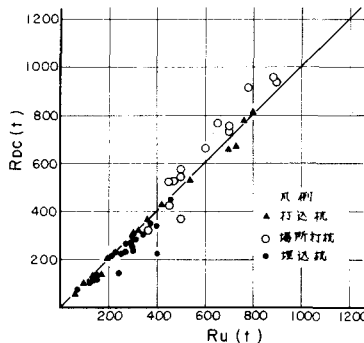


図-5 R_{dc} と R_u の関係

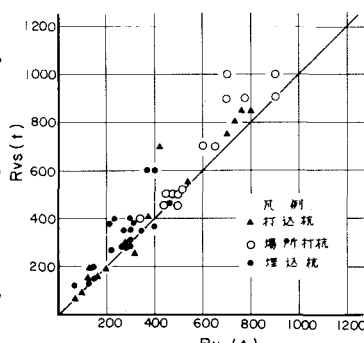


図-7 R_{vs} と R_u の関係

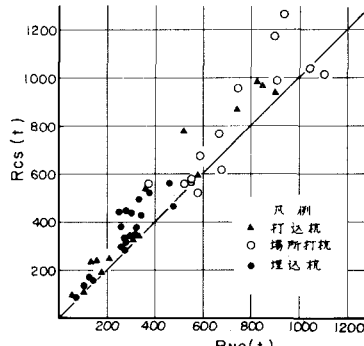


図-9 R_{nc} と R_{cs} の関係

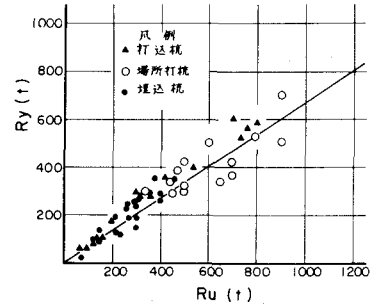


図-3 R_y と R_u の関係

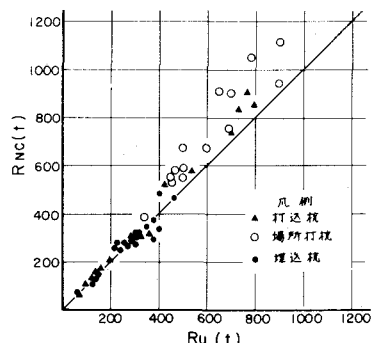


図-6 R_{nc} と R_u の関係

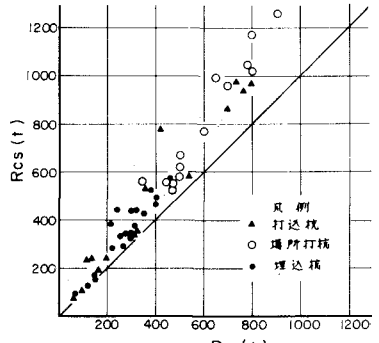


図-8 R_{cs} と R_u の関係

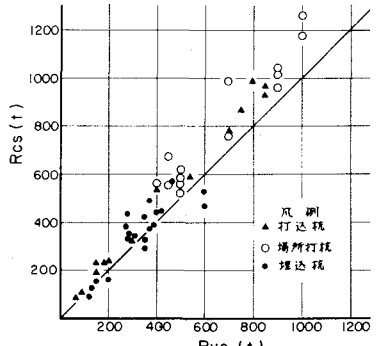


図-10 R_{vs} と R_{cs} の関係