

I-214 東京港連絡橋（仮称）の支持地盤における深層載荷試験

首都高速道路公団 正会員 伊 東 昇
首都高速道路公団 正会員 長谷川 和 夫

1. はじめに

首都高速道路12号線のうち東京港第一航路をわたる部分には、中央径間570m、全長800mの吊橋が計画されている（仮称：東京港連絡橋）。本橋の施工に先立ち、さまざまな調査・検討が重ねられているが、本報告は、このうち、本橋の支持地盤である土丹層の支持力を把握するために行った深層載荷試験の報告である。

2. 試験方法

試験は両アンカレイジ付近（以下、芝浦側、台場側と言う）で実施した。まず、現地にφ1,500～600の場所打ち杭を打ち、本橋アンカレイジ基礎の底面付近まで掘削した後、その中にφ500の鋼管を建て込んだ。鋼管の周りには、底面付近はコンクリートを打設し、残りは山土で埋め戻した。その後、図1の装置を用いて、芝浦側ではT P-35.7m、-37.2m、-38.8m、台場側ではT P-47.0m、-48.0m、-49.0mの、各3深度で試験を行った。

3. 試験結果

(1)降伏応力 図2に試験結果の一例を示す。載荷応力Pと沈下量Sの関係を見ると、 $p = 60 \text{ kg/cm}^2$ 付近で変曲しているが、この傾向は他の測定点においても見られた。

得られた結果から、各種の基準類で採用されている評価法を参考として、以下の4つの方法で降伏応力の評価を行った。

- i) $\log P - \log S$ 法
- ii) $S - \log T$ 法
- iii) $\Delta S / \Delta \log T - P$ 法
- iv) 宇都らの方法¹⁾

これらをまとめた表1を見ると、iv)の値が他に比べて大きな値を示しているのがわかる。他の評価法での値がほぼ一致していること、また、道路橋示方書ではi)によって降伏

値を求めることとなっていることなどを考慮し、表1の評価値を今回の降伏値として採用することとした。

(2)地盤反力係数 k_v および変形係数E 各載荷サイクルの地盤反力係数 k_v および変形係数Eを次式により求めた。

$$k_v = P/S$$

$$E = k_v \cdot B \cdot I_s (1 - \nu^2)$$

ここで、P:載荷圧(kgf/cm²)

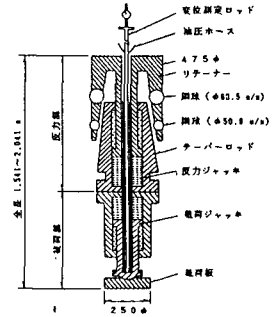


図 深層載荷試験装置の概要

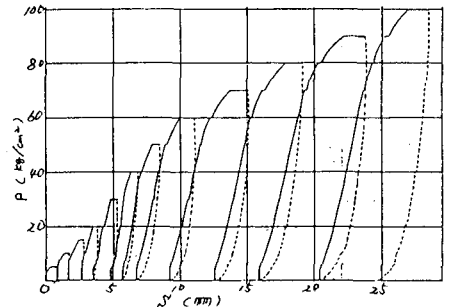


図2 試験結果（一例）

表-1 各種評価法による降伏応力 (kg/cm²)

		$\log P - \log S$	$S - \log T$	$\Delta S / \Delta \log T - P$		宇都らの方法	評価値
				$t=10 \sim 30 \text{ 分}$	$t=5 \sim 15 \text{ 分}$		
芝浦側	No.1	65.0	60~70	66.5	66.5	96.6	65
	No.2	52.6	50~60	49.6	49.1	68.5	52
	No.3	55.4	50~60	52.0	55.7	61.5	55
台場側	No.1	55.8	50~60	50.1	51.3	63.9	55
	No.2	64.4	60~70	55.3	56.8	74.2	64
	No.3	53.8	50~60	57.6	50.5	69.6	53

S:沈下量(cm),B:載荷幅(cm), I_s :形状係数, ν :ポアソン比である。

低応力部ではボーリングによる載荷面の乱れの影響を受けたため小さな値となっており、また、降伏後はやはり小さな値となっている。そこで、両者の中間を弾性域と考え、この領域での平均的な値を求めた。この結果を表2に示す。同深度における横方向載荷試験結果を併記し、両者の比を求めると、約1.5となり、以前、本調査に関連して測定した結果とはほぼ同一の比となっている。

(3) c- ϕ 関係および支持力

試験から得られた降伏応力の値を用いて、 $P_u=1.5P_y$ として極限応力 P_u を求め、次の各支持力公式からc- ϕ の関係を求めてみた。

i) Meyerhofの深い基礎の支持力公式

ii) 道路橋示方書のケーソン底面地盤の支持力算定式

iii) 球空洞押拡げ理論によるVesicの公式

台場側のc- ϕ 関係を図示したものが図3である。c- ϕ の値の幅はlogP-logS法での P_y の幅を示している。また、付近の土丹層の試料を室内試験して得られた結果もプロットした。Vesic式の排水条件の値が大きな値となっているが、他の値は室内試験の値に比べ小さな値となっている。これは、各公式で土の破壊形態を全面破壊と考えているのに対し、深層載荷試験では、載荷面積に比べ載荷位置が深いため、局部的な破壊となっていることによると思われる。本試験結果から支持力を評価することは、局部的な破壊を全面破壊と考えたことになり、安全側となっている。

本試験結果から $P_{ymin}=52=50\text{kg/cm}^2$ を用いると、極限支持力 $q_u=1.5P_y=75\text{kg/cm}^2=750\text{t/m}^2$ となる。しかしながら、大規模ケーソンの施工中の応力解放等を考慮すると、支持力を深層載荷試験結果よりも低めに設定することが望ましいと思われる。したがって、本橋の極限支持力 $q_u=600\text{t/m}^2$ 、許容鉛直支持力は、常時 200t/m^2 、地震時 300t/m^2 程度が適当と考えられる。

4. まとめ

今回の試験結果から、本橋の支持地盤である土丹層の極限支持力を一応設定することができた。今後はケーソンの施工法および設計法等の検討と併せ、さらに調査を進めていく予定である。

なお、本試験で使用した機器は本州四国連絡橋公団の御好意によりお借りしたものであり、ここに記して謝意を表するものである。

参考文献 1) 宇都他「杭の載荷試験結果の整理方法」, 基礎工(昭和57年)Vol.10, No.9, pp.21~30

表2 変形係数E ($\times 10^{-3}\text{kgf/cm}^2$)

試験位置	深層載荷試験 値E _{PL}	横方向載荷試験 値E _{LUT}	E _{PL} /E _{LUT}
芝浦側	5.0	3.4	1.5
台場側	4.5	3.0	1.5
(横浜)	3.2	2.3	1.4

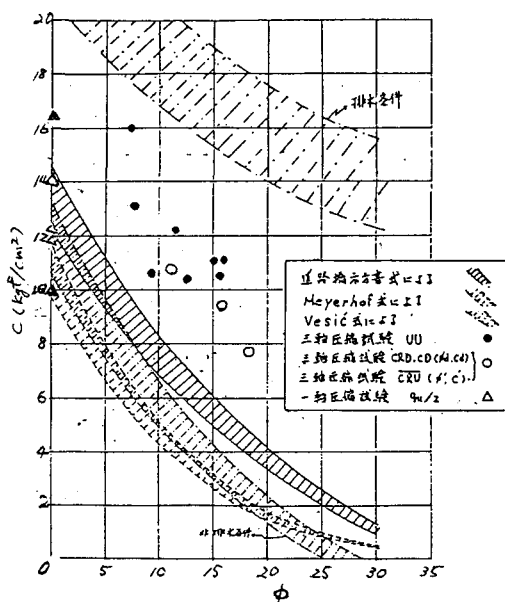


図3 c- ϕ 関係(台場側)