

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
PORT AND HARBOUR TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORTATION, JAPAN

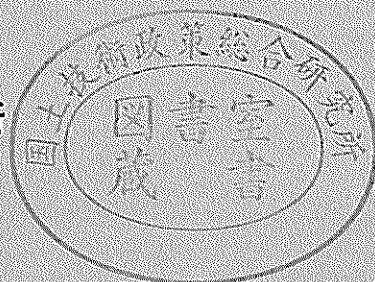
No. 20 July, 1965

深掘浚渫に関する研究

噴流装置を用いた吸盤型つり具の吸着力について……………岩田 尚生

昭和40年7月

運輸省港湾技術研究所



噴流装置を用いた吸盤型つり具の吸着力について

目 次

§ 1. ま え が き	2
§ 2. 噴流装置を用いた吸盤型つり具についての考察	2
2-1 吸盤型つり具の構造	2
2-2 吸盤型つり具の吸いつき力の計算式	4
§ 3. 実験および実験結果	4
3-1 模型つり具の形状寸法および実験方法	4
3-2 実験結果	4
§ 4. あ と が き	6

噴流装置を用いた吸盤型つり具の吸着力について

岩 田 尚 生*

1. ま え が き

港湾工事において、水中で各種構造物や方塊等を移動させるとき、ロープの掛けはずしや据えつけ位置の確定は、もっぱら潜水夫まかせでその合図によって起重機の運転を行なっている現状である。このような作業方法は能率がわるいことの他に常に危険を伴なう。そこで潜水夫に頼らない能率的な水中作業を行なう方法として、水中テレビ等の水中観察装置と自動つり具を組合わせて水上より直接観察操作する方法も考えられる。

本論文は、上記のような水中作業を行なう際に用いるための噴流装置と吸盤からなるつり具模型により、吸着力についての考察並びに性能試験結果を紹介したものである。

2. 噴流装置を用いた吸盤型つり具についての考察

2-1 吸盤型つり具の構造

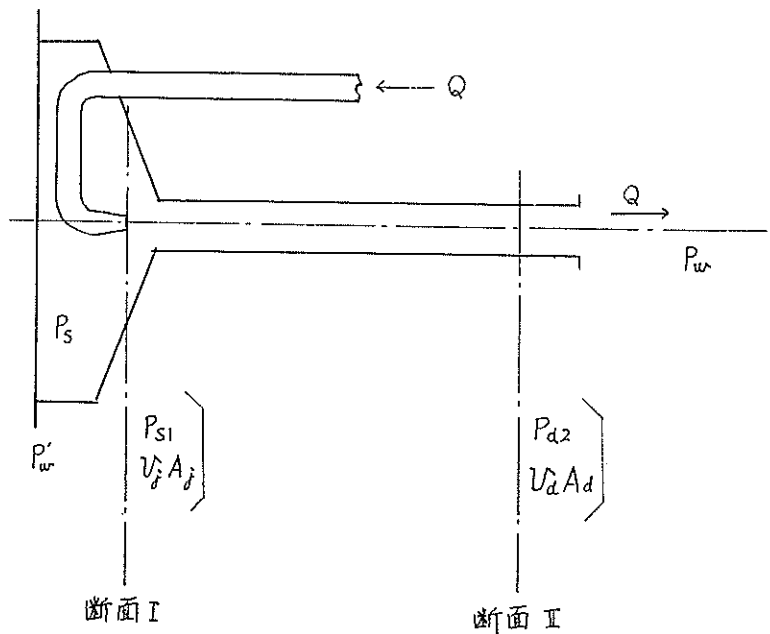
噴流装置と吸盤を組合わせたつり具の構造を図一1(a)によって説明する。図においてノズル(2)より混合管(3)に向かって高圧水を噴出させると、吸盤(4)内の水が吸引されて吸盤内部の圧力は吸盤外部の圧力よりも低くなる。したがってこの内外の圧力差によって方塊(5)は吸盤に吸いつけられる。吸盤下周にはパッキング(6)をとりつけて隙間からの水の侵入を防ぐ。混合管へ噴出した水は減速室(8)を通過して外部へ放出される。金具(9)で本装置と方塊をつり上げる。

水上の台船上にある方塊を水中へつり下げようような場合は、吸盤内部は空気で満たされている。この場合も水噴流によって内部の空気を吸い出すことができるから、水中のときと同様に方塊を吸いつける。この作

用を行なわせるためにノズル口と混合管口の距離は、噴流が混合管口の斜面に衝突して飛散しない範囲で大きくとることが必要である。空気中で本装置を使用するとき、減速室は水の勢力を減じるとともに空気の吸い出し効果を大きくする役目を果たす。

次に図一1(c)によって本装置の使用方法を説明する。まず本装置を方塊上面に置き、うず巻きポンプ(11)の吐出弁(12)を開くと、水はゴム管巻取装置(13)に巻かれたゴム管(14)を通過して本装置のノズルに至る。ノズルから水が噴出することによって方塊(5)が吸いつけられたならば、滑車(16)を通るロープを巻取って本装置と方塊をつり上げて所定の場所に移す。移動が終わったならば吐出弁を閉じて本装置と方塊を切り離す。

このように噴流装置を用いた吸盤型つり具は、つり具の掛けはずし作業を行なうための潜水夫を必要とせず、水中観察装置と組合わせて使用することにより、能率的かつ安全な作業を行なうことができる。



図一2 つり具用噴流装置の配置

* 機械部 作業船研究室

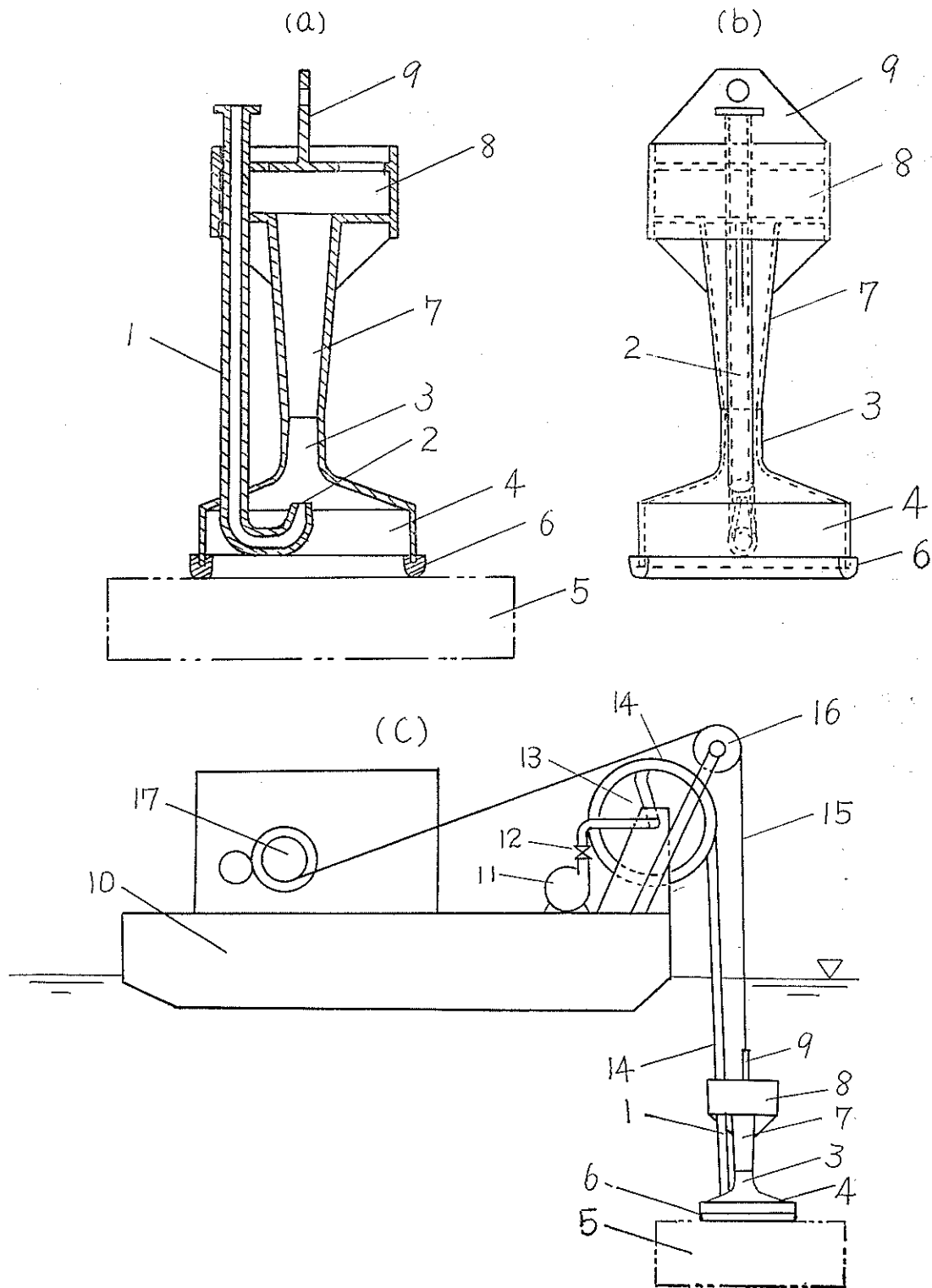


図-1 噴流装置を用いた吸盤型つり具

2-2 吸盤型つり具の吸いつき力の計算式

吸盤が平面に密着している状態の図-2の場合を考えてみよう。図の断面Iと断面IIの間に運動量の法則を適用すると次のようになる。(文献I. p. 7~9)

$$\frac{QV_j + A_a P_{s1}}{g} = \frac{QV_a + A_a P_{a2}}{g}$$

$$\therefore \frac{P_{a2} - P_{s1}}{\gamma} = \frac{QV_j - QV_a}{A_a g} \dots (1)$$

ここに Q = ノズルからの噴出流量 (m³/sec)
 V_j = ノズル口における噴流の速度 (m/sec)
 g = 重力の加速度 (m/sec²)
 γ = 水の単位体積重量 (kg/m³)
 V_a = 混合管内の平均流速 (m/sec)
 A_a = 混合管の断面積 (m²)
 P_{s1} = 断面Iにおける圧力 (kg/m²)
 P_{a2} = 断面IIにおける圧力 (kg/m²)

上式で $Q = A_a V_a$ であるから、

$$\frac{P_{a2} - P_{s1}}{\gamma} = \frac{(V_j - V_a) V_a}{g} \dots (3)$$

吸盤内部の圧力 $P_s = P_{s1}$ 、吸盤外部の圧力 $P_w = P_{a2}$ と考えることができるから、

$$\frac{P_w - P_s}{\gamma} = \frac{(V_j - V_a) V_a}{g}$$

$$\therefore F = \frac{(V_j - V_a) V_a}{g} \gamma A_s \dots (3)$$

ここに F = 吸盤の吸いつき力 (kg)
 A_s = 吸盤の断面積 (m²)
 P_s = 吸盤内部の圧力 (kg/m²)
 P_w = 吸盤外部の圧力 (kg/m²)

上式によって吸盤の吸いつき力を計算することができる。断面Iのノズル断面積 A_j と断面IIでの混合管断面積 A_a の種々の組合わせに対し、吸盤内部の圧力は何程になるかを簡単に求めるために、一般に次式のような形で表わしておくとう便利である。

$$\frac{P_w - P_s}{P_j - P_s} = \frac{(A_j V_j^2 - A_a V_a^2) / A_a g}{V_j^2 / 2g C_v^2}$$

$$= 2C_v^2 \frac{A_j}{A_a} \left(1 - \frac{A_j}{A_a}\right) \dots (4)$$

ここに P_j = ノズル口前でのジェット圧力 (kg/m²)
 A_j = ノズル口断面積 (m²)
 C_v = 噴出の際の速度係数 (= 0.96~0.98)

上式でノズルからの噴出に際し、縮流は起こらず流量係

数は C_v に等しい場合を考えている。式(4)の関係を図-3に示す。図で面積比 $A_j/A_a = 0.5$ のときに圧力比最大となるが、実際面では吸盤内が空気の場合や減速室の存在も考慮して定める。

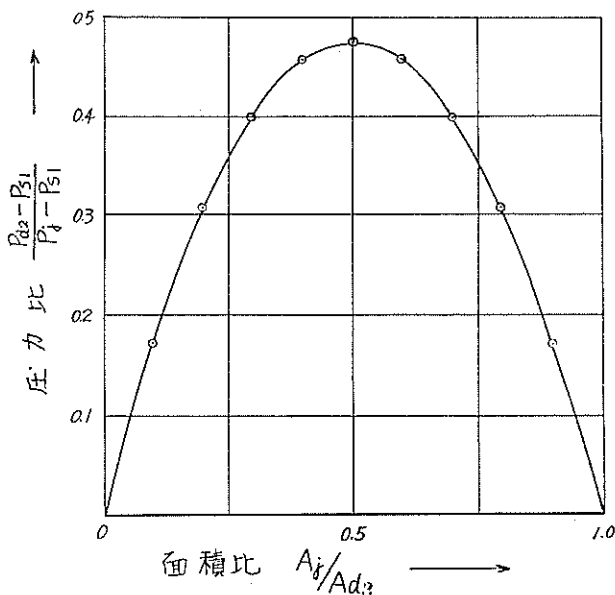


図-3 面積比と圧力比の関係

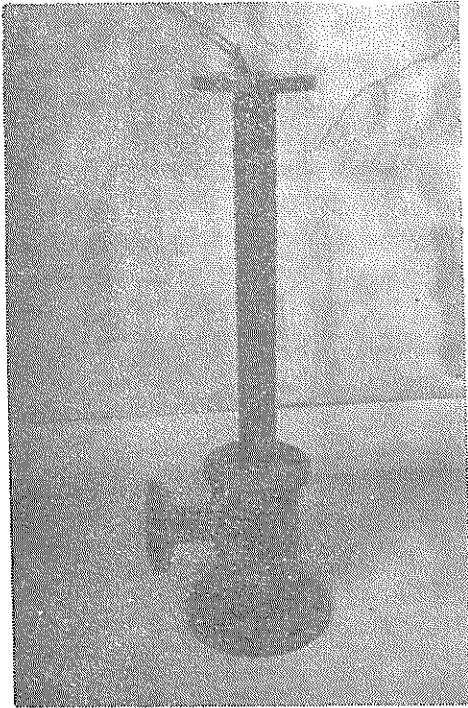
3. 実験および実験結果

3-1 模型つり具の形状寸法および実験方法

図-4および写真-1に模型つり具の詳細を示す。実験は本つり具を水槽内の鋼板上に置き、ジェット圧力 P_j を種々変化させて噴出流量 Q と吸盤内部と外部の圧力差 ($P_w - P_s$) を測定した。噴出流量 Q の測定は三角せきを用いた。圧力の測定は水銀マンメータを用いた。試験時の水槽の水深は2mである。ジェット用ポンプは流量1.25 m³/min、揚程100mの4段タービンポンプを用いた。本実験では基本的性能試験のみを行なうので減速室は設けなかった。

3-2 実験結果

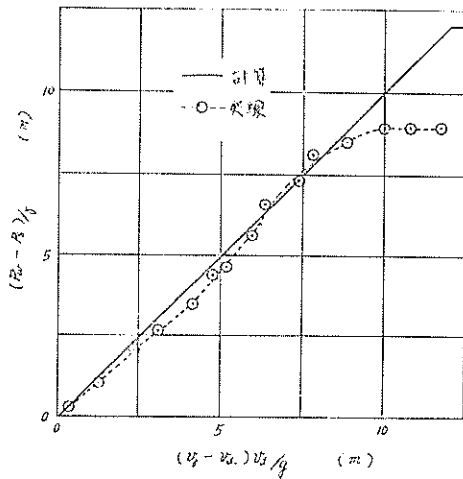
図-5は式(2)の関係を確かめるために、流量せきによる測定値から求めた $(V_j - V_a) V_a / g$ の値とマンメータによって測定した $(P_w - P_s) / \gamma$ の値を比較したものである。図から実験結果と式(2)の関係は殆んど一致するが、 $(P_w - P_s) / \gamma$ の値が約9mになるとそれ以上増加せず限界値となっていることがわかる。一般に水面下2mの深さでは絶対圧力がほぼ12mであるから $(P_w - P_s) / \gamma$ の値も



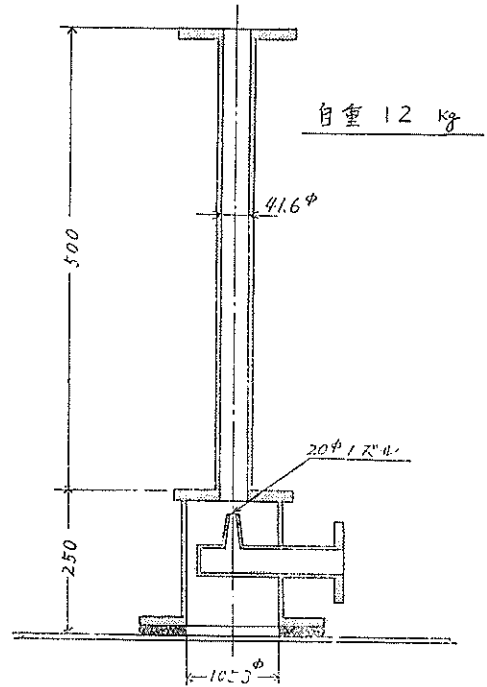
写真—1 試作した吸盤型つり具

12m近くに達する筈であるが、本実験では吸盤下周の隙間から水が侵入することや、混合管路における摩擦抵抗の影響によって約9mで限界に達したものと考えられる。

図—6と図—7は実験結果から $(P_j - P_s)$ と $(P_w - P_s)/r$ の関係、および $(P_j - P_s)$ と吸盤の吸いつき力 F の関係をそれぞれ図示したものである。吸いつき力 F の測定値は



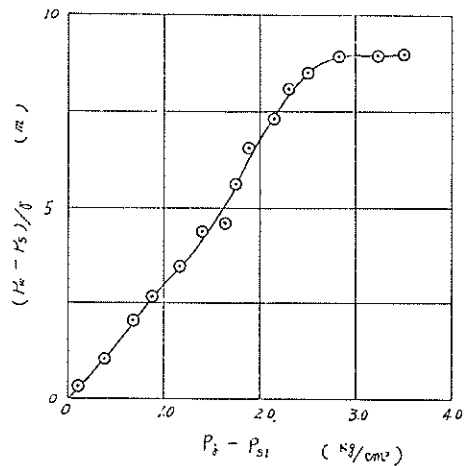
図—5 実験結果と式(2)の関係



図—4 試作つり具の形状寸法

限界値以下の範囲において計算値とよく合っている。

以上述べたように模型つり具の吸いつき性能は計算式によって求めた値とよく一致した。 $(P_w - P_s)$ の限界値はつり上げる方塊表面の状態や吸盤下周に用いるパッキング類の材質、および混合管や減速室構造の相違に大きく影響されるものと考えられる。今後これらの問題について調査する予定である。



図—6 ジェット圧力と吸盤内部の圧力の関係

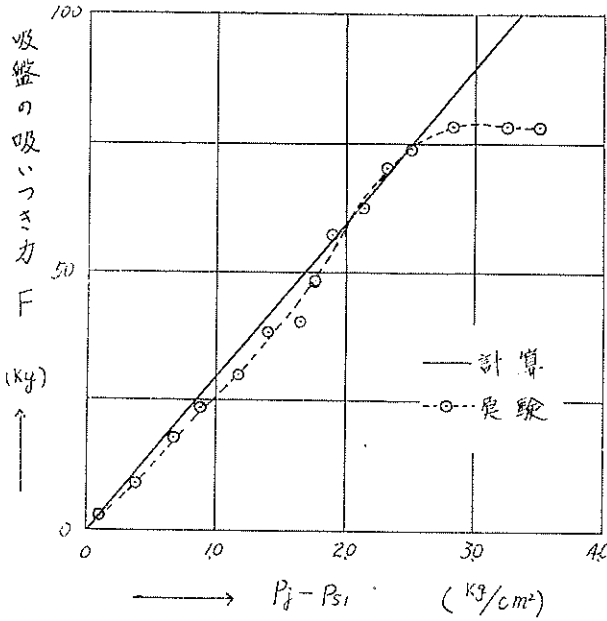


図-7 ジェット圧力と吸いつき力の関係

4. あとがき

以上噴流装置を用いた吸盤型つり具模型によりその性能試験結果について述べたのであるが、その結論をまと

めると次のようになる。

(1) 運動量の法則を適用した計算式と実験結果はよく一致し、したがって吸盤の吸いつき力は簡単に計算することとができる。

(2) 本吸盤型つり具の実際面での水中作業への応用は充分見込みがあると考えられる。すなわち断面積 1m^2 の吸盤を用いるときに本模型つり具と同様の条件において9屯の荷重をつり上げることができる。

これは単に1個の手製の模型つり具についての結論である。実際面で使用する際は更に多くの問題点が出てくることと思う。今後これらの問題点について順次研究を進めてゆきたいと考えている。更に空気噴流装置を用いた吸盤型つり具により陸上においてコンテナ類、板類、箱類の荷役を行なうことについて現在調査中である。

終りに、当所水工部合田良実氏より、消波用異形コンクリートブロック、根固め用コンクリートブロック等について、実際面に本つり具を使用する際の諸問題を種々御教示頂いている。ここに厚く御礼申上げる次第である。

参考文献

1. 岩田 尚生 浚渫用噴流装置に関する研究
港湾技術研究所報告第3巻3号 1964.8

港 灣 技 研 資 料 No. 20

1965年7月

編集兼発行者 運輸省港湾技術研究所

発 行 所 運輸省港湾技術研究所
 横須賀市川間162

印 刷 所 株式会社 白 泉 社
 東京都港区麻布霞町7