

# 第4回 建設ロボットシンポジウム 論文集

Proceedings of  
The Fourth Symposium on  
Construction Robotics in Japan

1994年7月19～20日

July. 19～20. 1994

於：経団連会館 経団連ホール

共催：

(社)土木学会(JSCE)

(社)日本建築学会(AIJ)

(社)日本ロボット学会(RSJ)

(財)先端建設技術センター(ACTEC)

(社)日本建設機械化協会(JCMA)

(社)日本ロボット工業会(JARA)

セッション (B-5) : 建設ロボット・システムの適用事例(7)

－掘削・施工、仕上げロボット・その3－

- ・「送排泥管セッターの開発」  
“Development of Discharged Soil Feed Pipe Setter”  
\*神尾正博、白石康信、柴田 学 (鹿島建設株) ..... 347
- ・「管ハンドリング機の開発」  
“Development of Pipe Handling Machine”  
\*吉田泰弘、大西 正、小畑裕行 (株小松製作所)  
菊池雄一、和田孝史、児島 彰 (清水建設株) ..... 353
- ・「耐震ダクタイル管用接合ロボットの開発」  
“Development of Jointing Robot for Earthquake-Proof Ductile Iron Pipe”  
\*戸島敏雄、榎 厚、石原孝浩 (株クボタ) ..... 359
- ・「ダム用グリーンカットロボットの開発」  
“Development of Green-Cutting Robots”  
\*高橋周男、岸野富夫、牛場正人、小田原卓郎、本多正市  
和田正道、高畑 研 (清水建設株) ..... 365

セッション (B-6) : 建設ロボット・システムの適用事例(8)

－掘削・施工、仕上げロボット・その4－

- ・「深礎工事ロボットの開発 (第2報)」  
“Development of Digging Work Robot”  
\*柳原好孝、鷹巣征行、佐藤 務、後久卓哉 (東急建設株) ..... 373
- ・「ニューマチックケーソン工法における掘削ロボット回収システム」  
“Demobilization and Recovery System of Excavation Robot  
in Pneumatic Caisson Method”  
\*宮下政樹、池田勝彦 (大豊建設株) ..... 381
- ・「インバートコンクリート均し機の開発」  
“An Invert Concrete Screeding Machine for Shield Tunneling”  
\*鈴木 稔、桜井 洋、大西常康、菅野正徳、菊池公男、三上忠男 (株竹中土木)  
..... 387
- ・「導水路インバート均し機の開発」  
“Development of Headrace Tunnel Invert Concrete Finisher”  
\*成田 守、本河経男、大森嘉朗、塚田秀男、澤田凱夫 (株フジタ) ..... 395

## 管ハンドリング機の開発

大西正\*1 ○吉田泰弘\*2 小畑裕行\*3  
菊池雄一\*4 和田孝史\*5 児島彰\*6

Development of pipe handling machine

Tadashi Onishi\*1 Yasuhiro Yoshida\*2 Hiroyuki Obata\*3  
Yuichi Kikuchi\*4 Takashi Wada\*5 Akira Kojima\*6

下水道に用いるヒューム管を敷設する作業は、現在、クレーンや油圧ショベルによる吊り作業により行っている。しかし、吊りによる作業は、吊荷が揺れて自由に扱えないという問題をもっている。

このため、ヒューム管を溝の中に入れるとき、揺れを支えるために人が直接、手でヒューム管を支えるという作業が必要となる。また、ヒューム管同士を挿入するために横方向の挿入力が必要であるが、吊りではできないため、人がバールやレバーブロックを使用し押し込んでいる。

このように、重量物を狭い溝の中で扱う作業は、危険できつい作業であり改善が望まれていた。筆者らは、この問題を解決するために、ヒューム管を掴んで三次元空間を六自由度に意のままにハンドリングする機械を開発した。

これにより、ヒューム管敷設時の作業員の危険できつい作業を廃止し省人化を達成し、安全性を向上することをねらった。

Nowadays, hume concrete pipe for a sewer system is laid by hanging from a crane or hydraulic excavator. But because the goods swing, handling can be difficult. Therefore, workers must support hume concrete pipe by hand when putting it in a groove. Also, workers put hume concrete pipe into another hume concrete pipe using a lever and a lever block, because a force from the sides is necessary which hanging work cannot deal with. Work with heavy goods in narrow grooves is dangerous and hard, so improvements have been needed. To solve the problem, we have developed a machine which can maneuver hume concrete pipe in 6 levels of degree of freedom in 3-D space at the workers' will. We aim for human efficiency by abolishing the dangerous and hard work for piping workers, and to improve safety by using this machine.

キーワード: pipe, Hume concrete pipe, Handling, Installing, Location

- \*1 (株) コマツ (現コマツエンジニアリング (株)) \*2 (株) コマツ新建機開発センタ (現建設ロボット部)  
\*3 (株) コマツ商品企画室 (現建設ロボット部) \*4 清水建設 (株) 土木本部機械技術部 部長  
\*5 清水建設 (株) 技術開発センタ グループ長 \*6 清水建設 (株) 横浜支店土木部 工事長

## 1 はじめに

下水道整備5箇年計画により、中小都市に重点をおいた下水道整備促進が進められている。

下水管の敷設工法及び下水管の種類には種々のものがあるが、中口径の管の敷設では、ヒューム管による開削工法がもっとも一般的である。ヒューム管は、耐久性、剛性に優れており価格も経済的であるためによくつかわれているが、重量が重く扱いにくい。

その管敷設作業は、現在クレーンや油圧ショベルによる吊りにより行っている。しかし、吊りによる作業は荷が揺れて自由に扱えないため下記の問題があり、危険できつい作業であり作業効率が悪い。

1) 吊りのため、ヒューム管が揺れる。特に敷設する溝の中で揺れると危険であり、揺れを支えるため、人が直接手で支え揺れるのを防いでいる。このためにヒューム管と他の物との間にはさまれてしまう危険がある。

2) ヒューム管の敷設のため、ヒューム管同志の接続部を挿入する。このため、挿入時に横方向の挿入力が必要である。しかし、吊りによってはできない作業であり、人がバールやレバーブロック等を使用し押し込んでいる。このため、敷設作業はきつい作業であり作業効率が悪い。

3) ヒューム管の玉掛け作業が必要である。特にまるい管の玉掛けには、2本のワイヤを管の外周にまわして確実に玉掛けする必要がある。玉掛けが不安全だと、ヒューム管を溝の中に落としてしまう危険

がある。また、玉掛け及びそれを外すための作業員が必要である。

以上のような背景から、ヒューム管の敷設作業の安全性を向上し、省人化、作業効率の向上のため、ヒューム管をつかんで3次元空間を6自由度に意のままにハンドリングする機械を開発した。

## 2 開発のねらい

開発にあたり、ハンドリング機の車両のねらいを次のように設定した。

1) 「吊る」作業から「つかむ」作業へ変更することで、管を揺らさず確実に保持する。また、玉掛け作業を廃止する。

2) つかんだ管を3次元空間を6自由度で意のままに動かすことができる。また、ヒューム管同志の挿入作業が出来る。

3) ヒューム管の位置合わせが簡単に出来る。

4) つかむ部分をバケットに交換することで掘削ができる機械とする。

図1に現状の吊りによる工程と本ハンドリング機によるねらいとする工程を示す。これにより、ヒューム管の敷設作業の安全性向上、省人化、効率化をねらった。

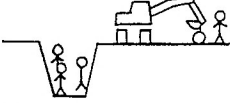
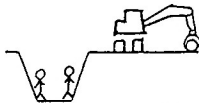

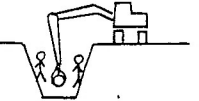
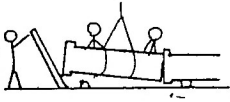
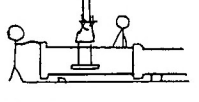
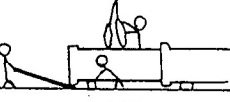
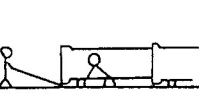
現工法	改善工法
<p>玉掛け</p> 	<p>ヒューム管をつかむ</p> 
<p>溝に吊って入れる</p> 	<p>溝に入れる</p> 
<p>ヒューム管同志の芯合わせ バールでヒューム管を挿入</p> 	<p>アングル、ツイストフリーでヒューム管同志の芯合わせ 旋回力で挿入</p> 
<p>玉掛けをはずす バールでヒューム管の高さを合わせ固定</p> 	<p>バールでヒューム管の高さを合わせ固定</p> 

図1 ヒューム管の敷設工法（現状と改善工法）

### 3 構造と特徴

本ハンドリング機の外観を写真1に、主要仕様を表1に、また作業範囲図を図2に示す。

車両は、油圧ショベルをベースに先端に、ツイスト（回転）とアングル機構とを持つ管つかみアタッチメントを装着している。これによりブーム、アーム、チルト、旋回の動きと組み合わせてつかんだ管を6自由度にハンドリングすることができる。この管つかみアタッチメントは、ワンタッチでポケットと交換が出来るようになっている。

以下、本ハンドリング機の特徴について記す。

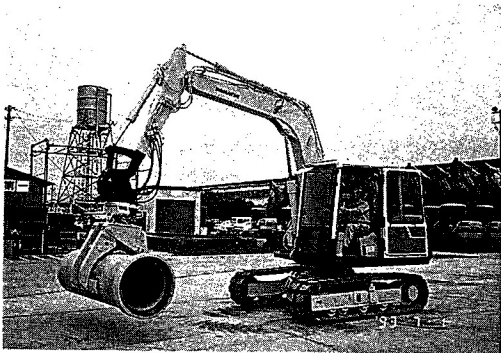


写真1 管ハンドリング機外観

表1 管ハンドリング機の主要仕様

車体重量	7700kg
定格荷重	最大 660kg (呼び600t <sub>u</sub> -k管)
クランプ可能管径	Ø306~Ø700
クランプ力	850kg
最大据付深さ	4600mm
標準ポケット容量	0.25m <sup>3</sup>

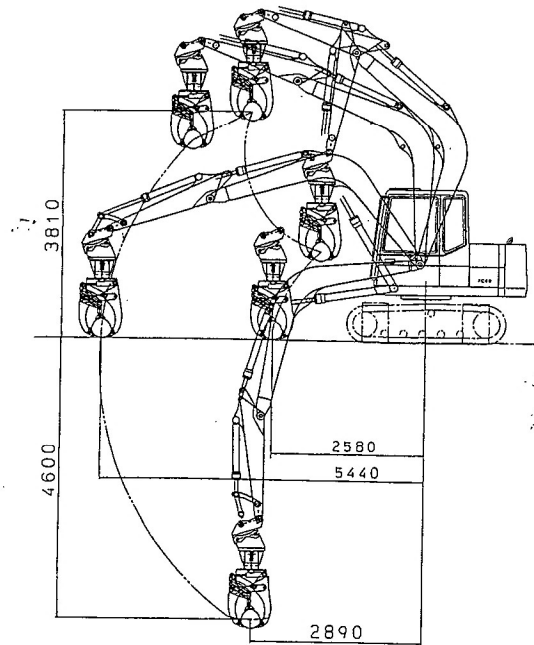


図2 管ハンドリング機の作業範囲

#### 3-1) ソフトで確実な管把握能力

本ハンドリング機は、管を3点でつかむ構造となっている。

表2に管の把持方法の比較を示すが、これによると3点でつかむことは、しっかりと簡単に、また、敷設作業に邪魔にならないでつかむという点で最も有利であることがわかる。

つかみ部の外観を写真2に、構造を図3に示す。この3点のクランプは、ペダル操作によりクランプシリンダの伸縮運動により行う。このシリンダが伸びることにより、左右のアームが閉じることと連動して上方のクランプが下へ動く。このため、種々の径（ヒューム管呼び径250~600）の管でも、同じ方向から3点でつかむことができる。

表2 管の把持方法の比較

要求品質	把持方法			
	3点つかみ	2点つかみ	かかえ込み	両端つかみ
ヒューム管をおとさない しっかりとつかめる	○	△	△	○
ヒューム管をつかむ位置 を合わせ易い。	○	上下位置 合い難い。 ×	○	○
据付作業時、邪魔に ならない。	○	○	下方が邪魔 ×	側方が邪魔 ×

左右のアームは、管の左右下方約15度の方向からかかえ込むようになっている。図4にヒューム管の強度と保持に必要なクランプ力との関係を示す。これによると3点連動クランプはヒューム管強度に対し十分余裕を持った小さな力で保持できる。したがって径の大きさによらず一定の力で掴んでもヒューム管を破損することがない。

これらの機構により、丸い管を径が変わっても何の調整もなしに、簡単な操作で同じ姿勢でしっかりと

掴むことができる。しかも管を壊すことがない。また、クランプ部は地面にぶつからないので、管の据付作業に邪魔にならない。

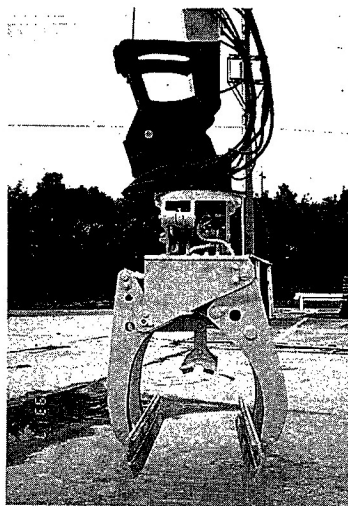


写真2 管つかみ部外観

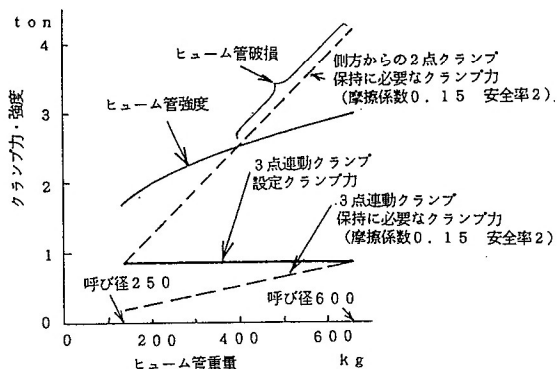


図4 ヒューム管の強度と保持に必要なクランプ力

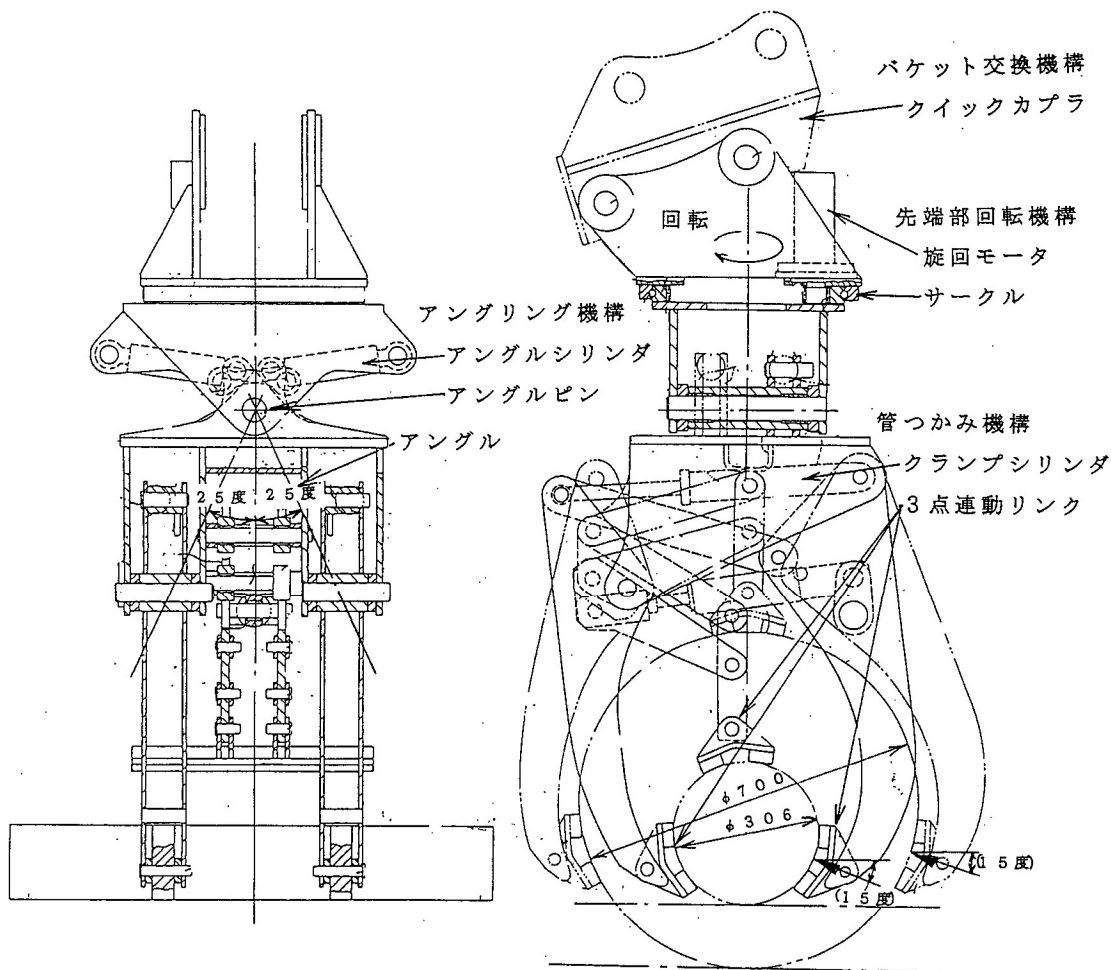


図3 管つかみ部の構造

### 3-2) 6自由度に意のままに動かせる

把持部先端は、サークル、回転モータにより、360度回転が可能である。また、アングルシリンダにより、±25度のアングルが可能である。

また、車両本体は、ブーム、アーム、旋回、チルトの自由度をもっている。これらの機構により、ヒューム管を3次元空間を6自由度で意のままに動かすことができる。

### 3-2) アングルツイストフリー機能

ヒューム管を敷設場所の近くにもつてきた後、オペレータキャブ内のアングル、ツイストフリースイッチを押すことで、ツイストとアングルの方向がフリーになる。

図5に、アングル、ツイスト油圧回路を示す。スイッチにより、フリー機能ソレノイドが切替わり、シリンダ、モータの油の出入口が連通する。従って、アングルとツイストの油圧の拘束力がなくなり、シリンダ、モータを外力により動かすことができる。このため、ヒューム管同志の芯を合わせる最後の位置調整の操作が簡単になる。

なお、フリー時、ブーム両面とオペ室内にフリー時に点灯するアングルツイストフリーランプを装着し、フリーになっているかどうかを作業者が容易に判別可能としている。

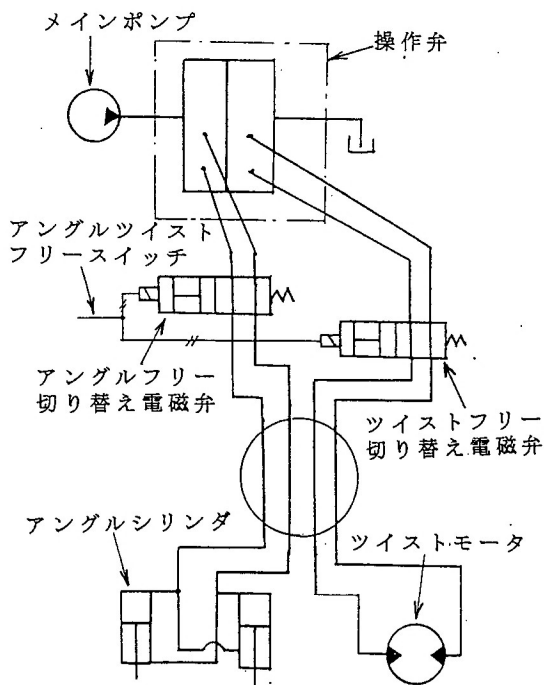


図5 アングルツイスト油圧回路概図

### 3-3) 旋回により、ヒューム管同志の挿入が簡単

ヒューム管同志の芯を合わせた後、挿入力を必要とするヒューム管同志の挿入が、旋回の操作によりヒューム管を左右に押すことで、人の力にかわり機械の旋回力により簡単にできる。

旋回力は、旋回中心より3.5mの半径で約430kgである。挿入力としてはこの力で十分である。また、力が大きすぎて、既に位置決めしてあるヒューム管をずらしてしまうことがない。

### 3-4) 先端部アタッチメント化による汎用性の拡大

作業機先端部に、油圧ショベルのバケットに簡単に交換可能なクイックカブラが付いている。

このため、バケットとヒューム管つかみアタッチメントとの交換が、作業現場で簡単に可能である。このため、溝掘削と管敷設の各工程に、1台の油圧ショベルで対応が可能である。

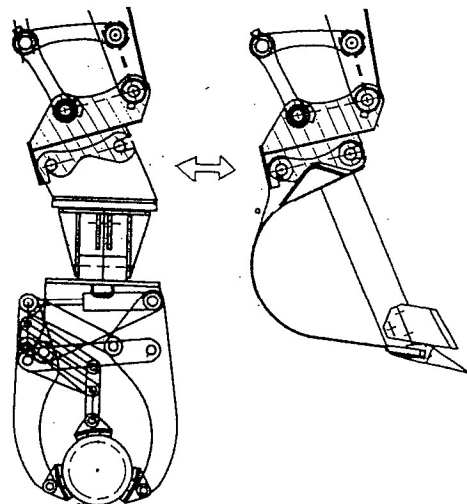


図6 バケットクイックカブラ

### 3-5) 安全性重視の設計

ハンドリング時の安全性のため下記の安全機構を織込んでいる。

①ブームシリンダのホースが破損しても、油圧を保持し、急激な落下を防止するようにブームシリンダに落下防止弁を装着している。

②クランプ圧回路には、アキュムレータ、パイロット逆止弁を装着しており、クランプ圧力を保持し油圧力抜けによるクランプ力低下を防いでいる。

③クランプ圧力を検出し、正常時は点灯し、低下すると消えるクランプ圧OKランプを装着している。

#### 4 実工事での評価

本ハンドリング機を、実際のヒューム管敷設工事に投入し実工事テストを実施した。その結果、以下の評価を得た。

- 1) ヒューム管が揺れないので、安全に作業ができる。また揺れ防止のための操作に気を使う必要がないため、オペレータの負担が減った。
- 2) ヒューム管の揺れを支えて挿入するという、人の力を必要とする作業がなくなった。これにより、危険できつい作業がなくなり、作業が楽になったことで安全性向上、省人化となった。
- 3) 玉掛けが不要となったので、省人化となった。
- 4) 全体の工程として、作業員は1～2名減った。また、敷設の時間はほぼ同等であった。



写真3  
管ハンドリング機による管敷設作業

#### 5 最後に

本報では、ヒューム管のハンドリングへの適用について述べたが、ヒューム管だけでなく他の管へも適用できる。本機は、「山留用鋼材ハンドリング機<sup>1)</sup>」のコンセプトから発展し開発したものである。更に他のハンドリングへの適用も考えていきたい。

なお、本機の実工事テストにおいて御理解と御協力をいただいた、神奈川県金沢区能見台造成作業所の皆様に感謝致します。

#### 参考文献

- 1) 勘田俊正他：「山留用鋼材ハンドリング機の開発」  
第3回建設ロボットシンポジウム論文集、1993.7