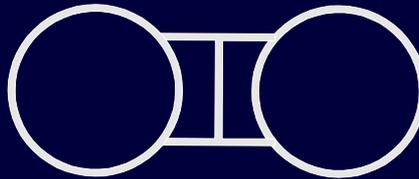


# New H-joint Steel Pipe Sheet Piles



Makoto Kimura, Kiptanui Too, Koichi Isobe

**Kyoto University**

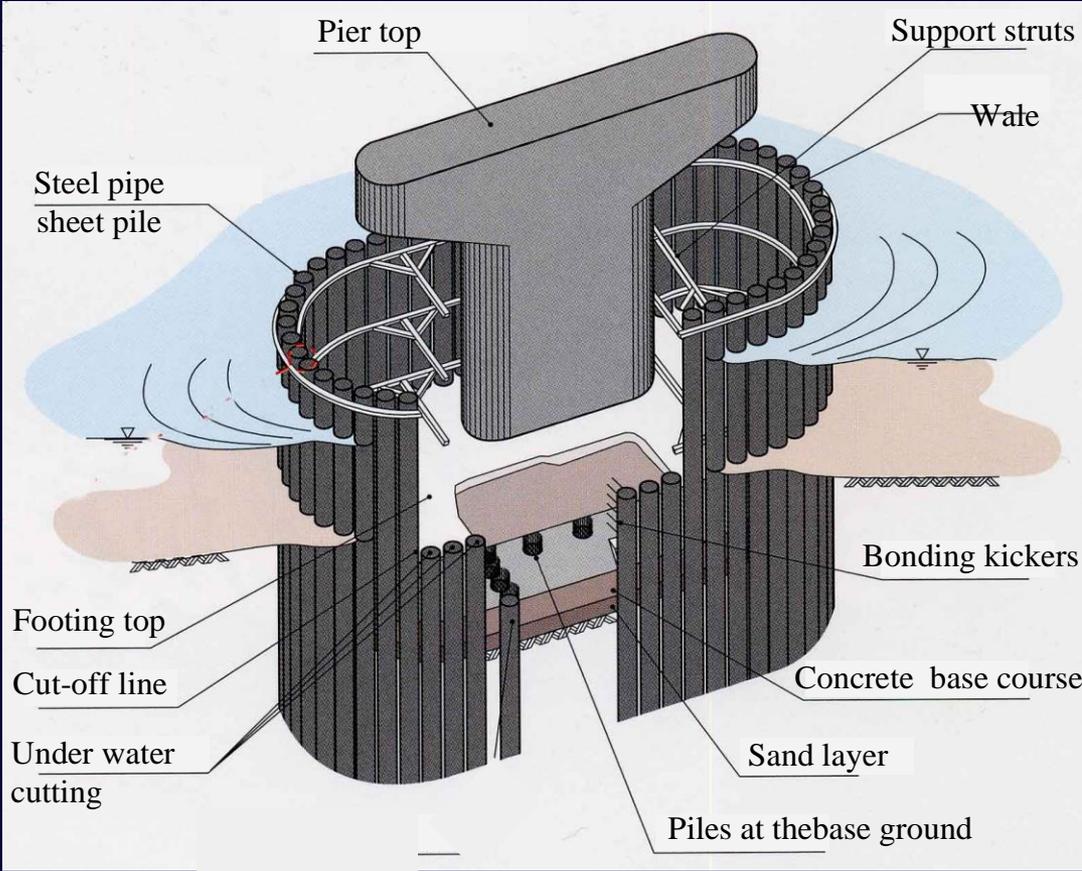
Yoshikazu Nishiyama

**Data-too Co. Ltd**

# Recent applications of steel pipe sheet piles



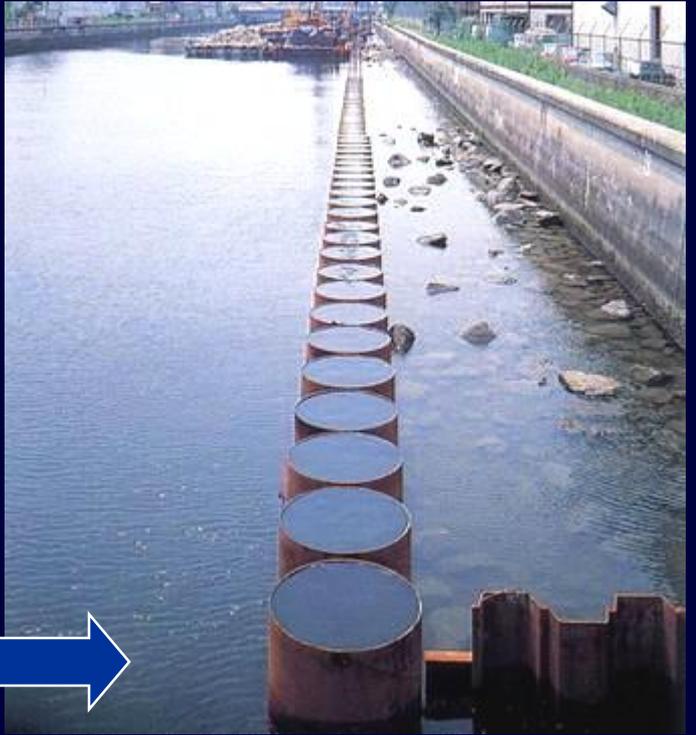
Double wall bulkhead structures



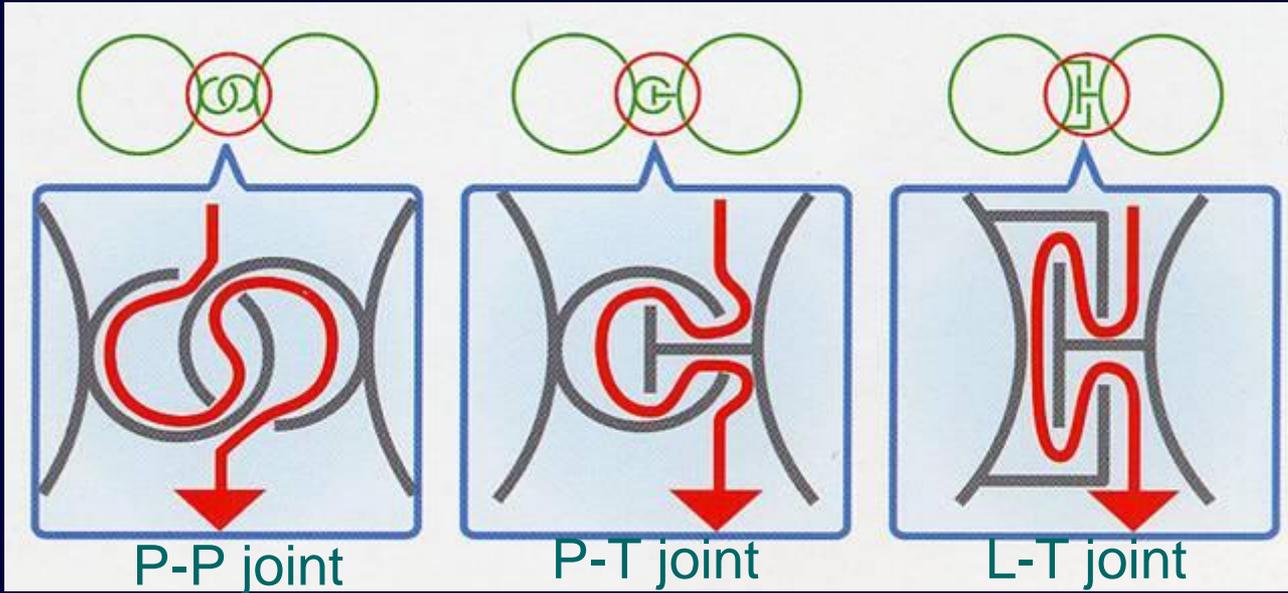
Bridge piers



Seawalls/Breakwaters

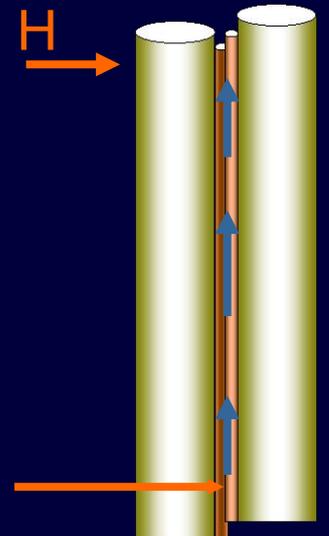


# Types and Shortcomings of Traditional Joints



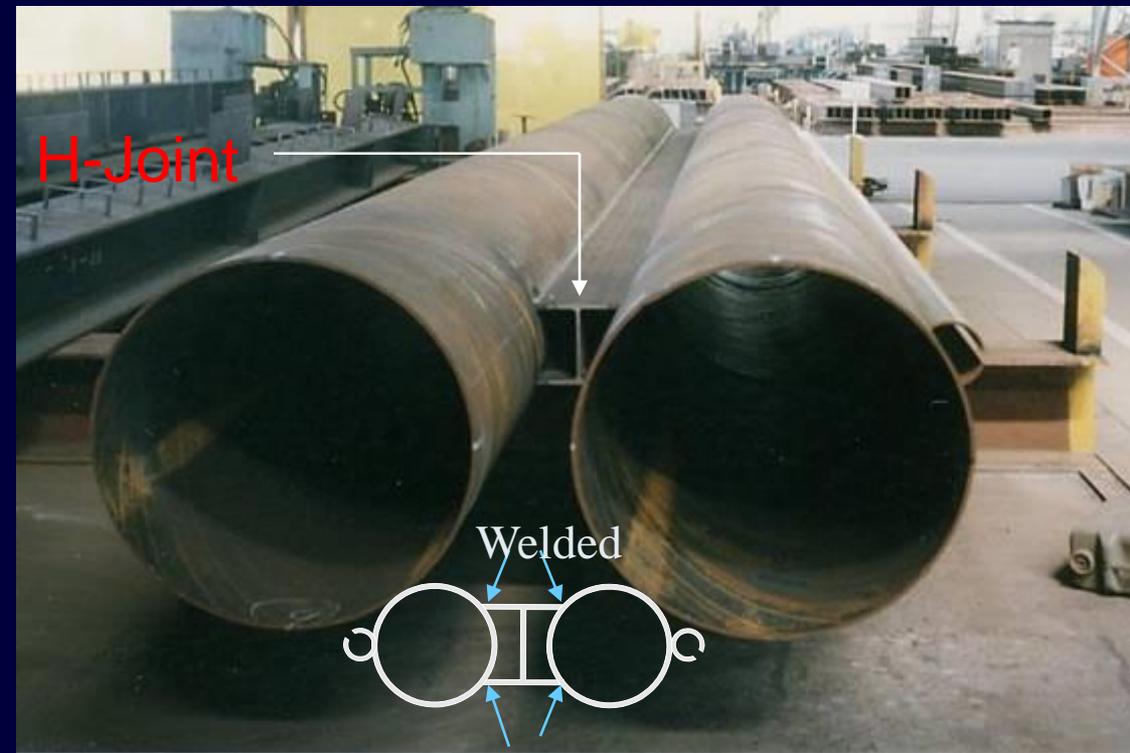
- Joints must be sealed by grouting
- Has low bending rigidity
- Only one pile is installed at a time
- Verticality of the installed piles is not guaranteed

Movement at the joints



# The New H-joint and its advantages

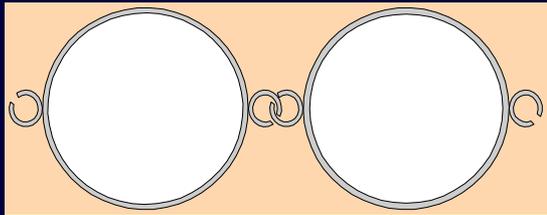
Double head vibro hammer



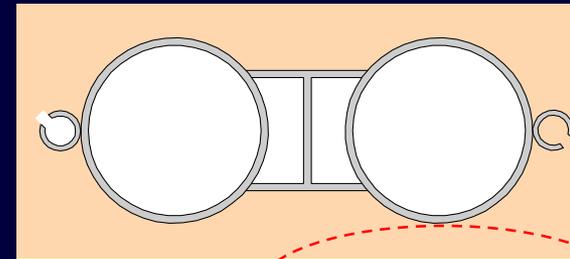
## Advantages

- ① Completely waterproof
  - No grouting
  - Safe working
- ② High stiffness  $\Rightarrow$  welded joint
  - Less steel is needed
  - Foundation area is reduced
- ③ Two piles are installed simultaneously
  - Saves time
  - Reduces renting equipment costs
- ④ Easier to construct
  - Verticality of installed piles is ensured
- ⑤ A variety of foundation and wall shapes can be constructed.

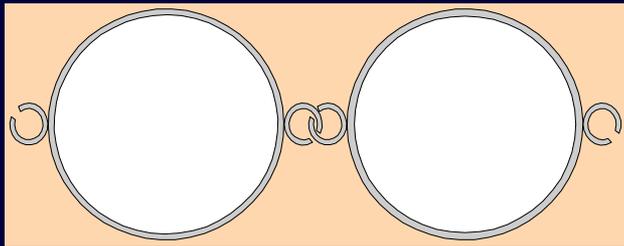
⑥ H-joint increases strength per unit length (Parallel direction)



Diameter:  $\phi 600 \times 9$  mm  
Joint:  $\phi 165.2 \times 9$  mm  
Moment of inertia:  $0.861 \times 10^{-3} \text{ m}^4/\text{m}$



Diameter:  $\phi 600 \times 9$  mm  
Joint: H 400x400 mm  
Flange: 21 mm, Web 13 mm  
Moment of inertia:  $1.23 \times 10^{-3} \text{ m}^4/\text{m}$



Diameter:  $\phi 700 \times 9$  mm  
Joint:  $\phi 165.2 \times 9$  mm  
Moment of inertia:  $1.23 \times 10^{-3} \text{ m}^4/\text{m}$

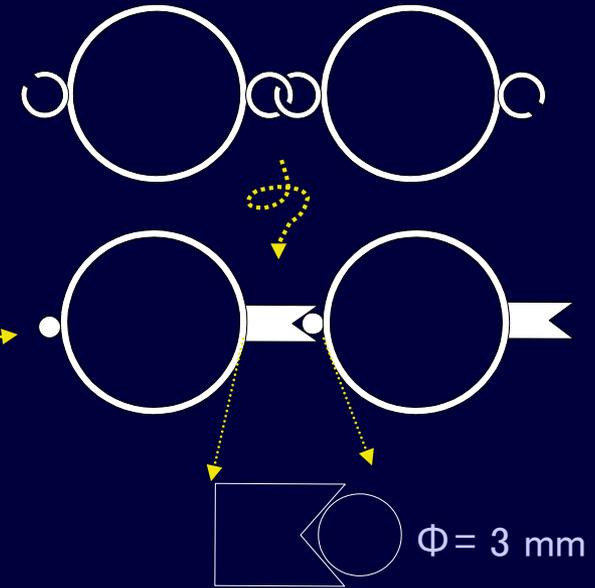
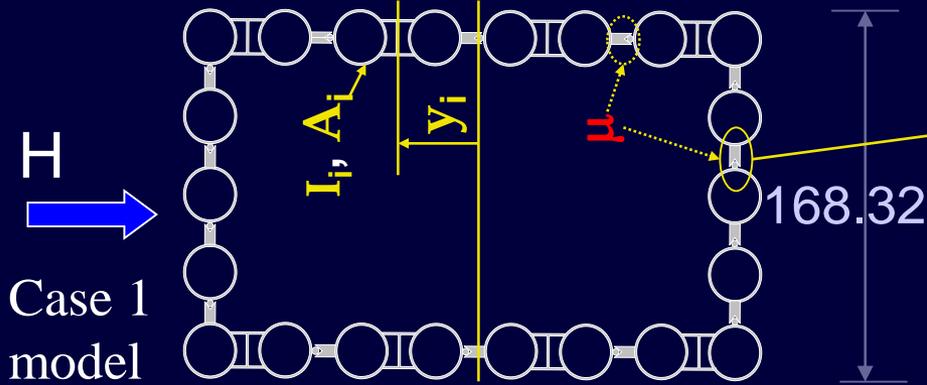
**Bigger bending rigidity**  
→ **Less steel**



# Rectangular centrifugal test models foundations



Case 1	P-Pjoint foundation
Case 2	H-joint Foundation
Case 3	Single pile



Joint is free to slide vertically



$$I_f = \sum I_i + \mu \sum A_i y_i^2$$

Foundation Dimensions:  
 Size: 275.1 x 168.32 mm  
 $\Phi = 25.4 \text{ mm}$ ,  $L = 540 \text{ mm}$   
 No. of Piles = 22

# Test conditions

Soil: Standard Toyoura sand

Line type hopper was used to make ground

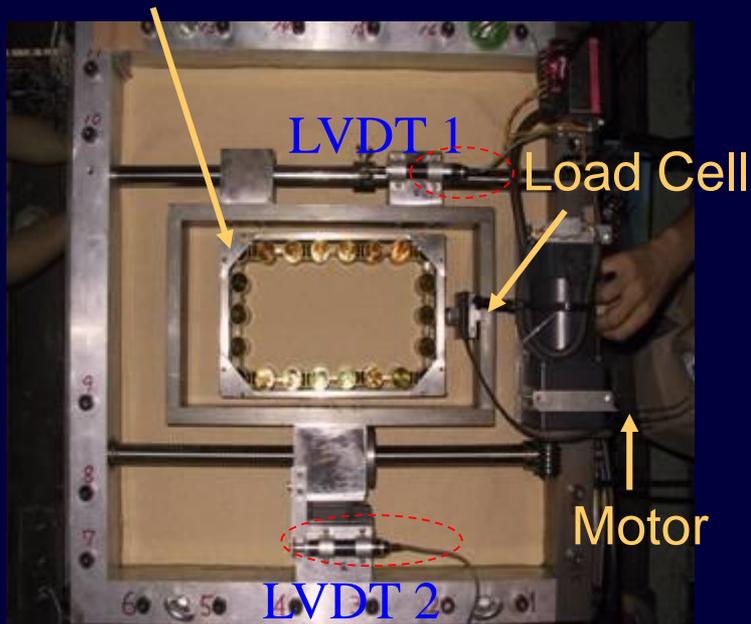


Hopper

Chamber

Foundation models, Dr  
Embedded length  
Free length  
Loading point above the  
ground surface  
Loading speed  
Centrifugal acceleration

88 %  
490 mm  
50 mm  
35 mm  
1mm/min  
30 G

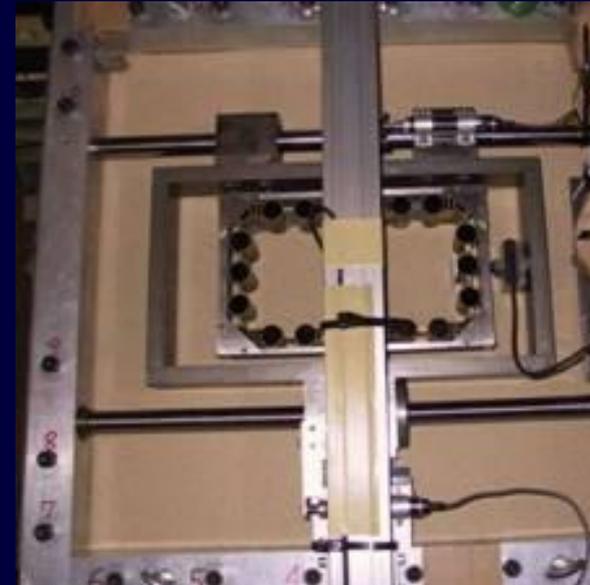


LVDT 1

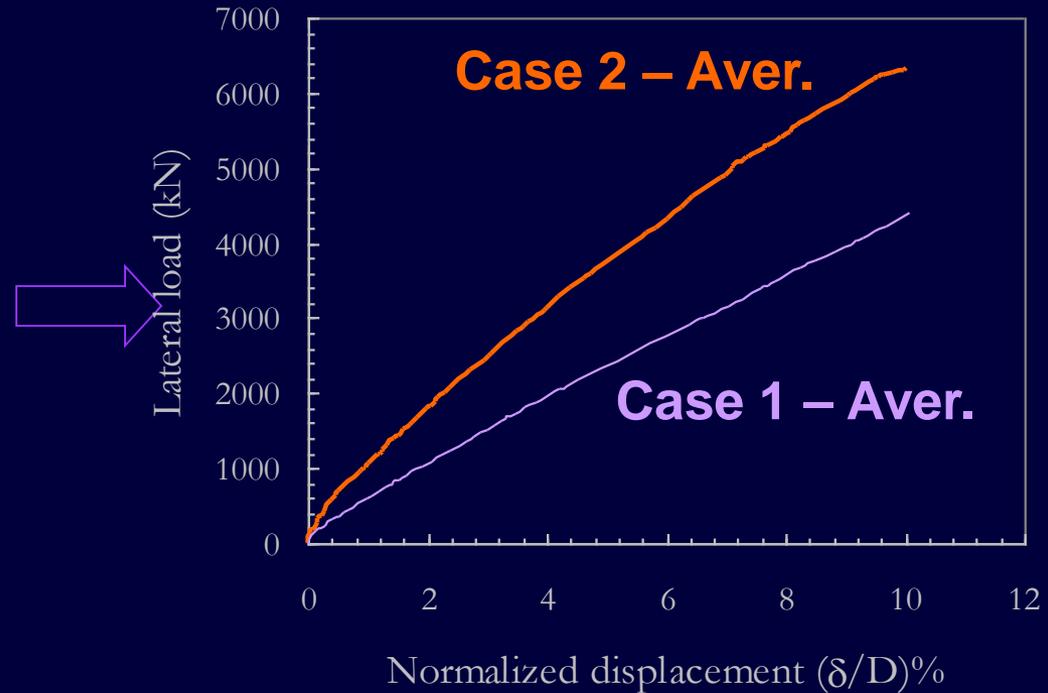
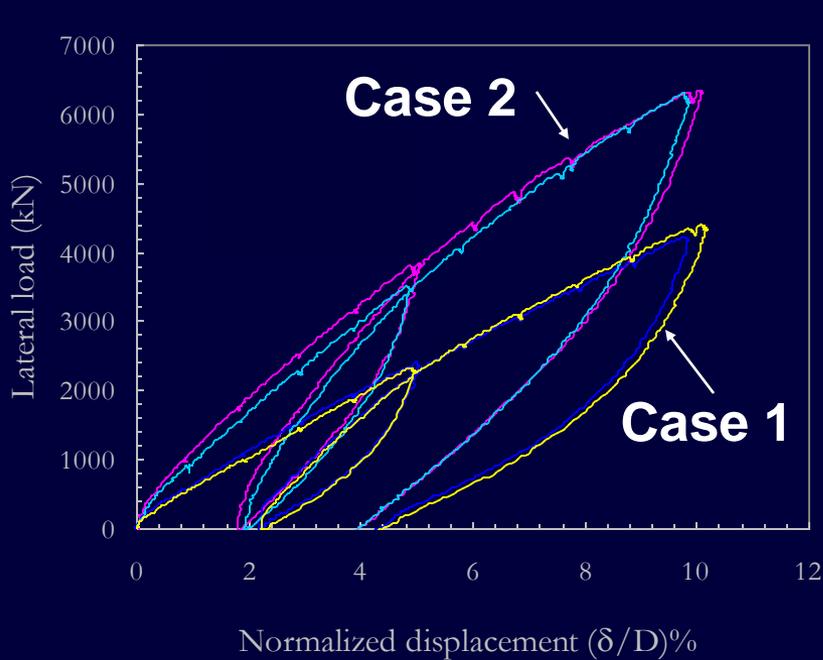
Load Cell

Motor

LVDT 2



# Experiment Results



	EI (kN.m <sup>2</sup> )	5% displ. (kN)	10% displ (kN)
Case 1	$5.1 \times 10^5$	306	536
Case 2	$1.3 \times 10^9$ ( $\mu=1$ )	3698	6332
Case 3	$1.4 \times 10^9$ ( $\mu=1$ )	2389	4413

• H-joint increases lateral bearing capacity of steel pipe sheet pile foundations

# Double head Vibro hammer construction method of H-joint piles



Pile driving



Setting up



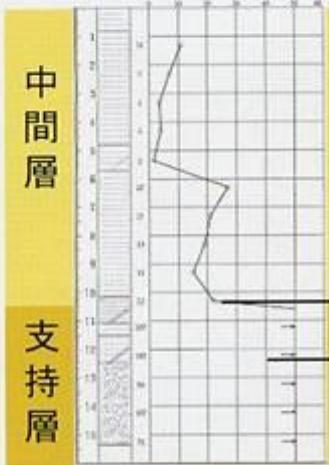
Pile driving



Vibro hammer

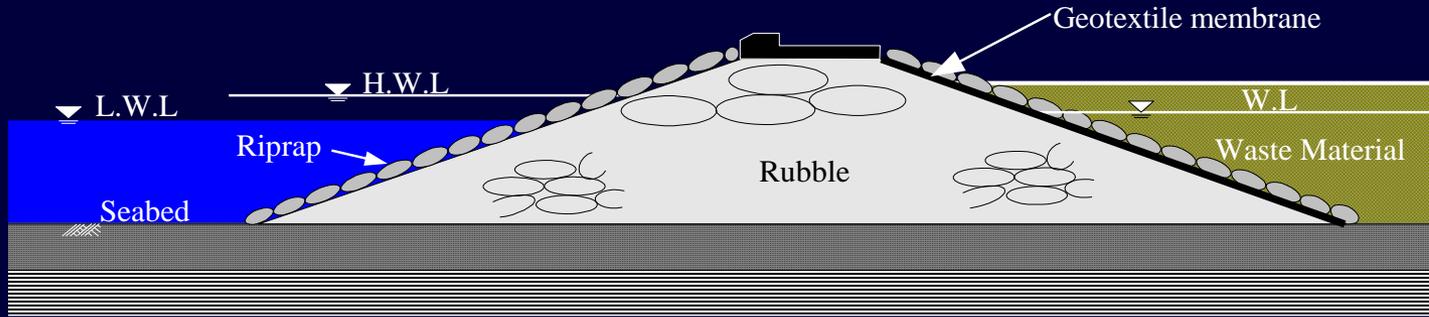


Installation complete

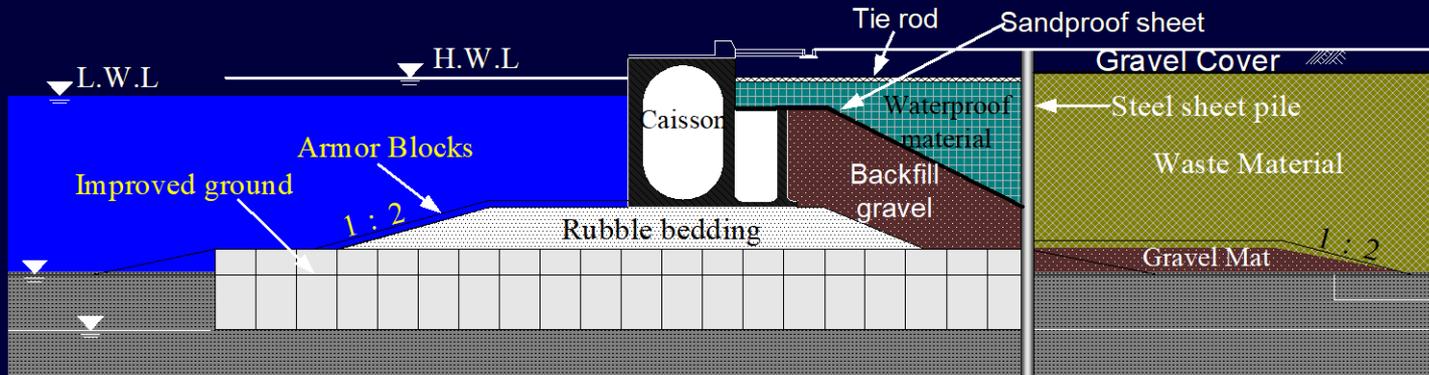


- ①Setting up
- ②Driving
- ③Vibration
- ④Cpcomplete

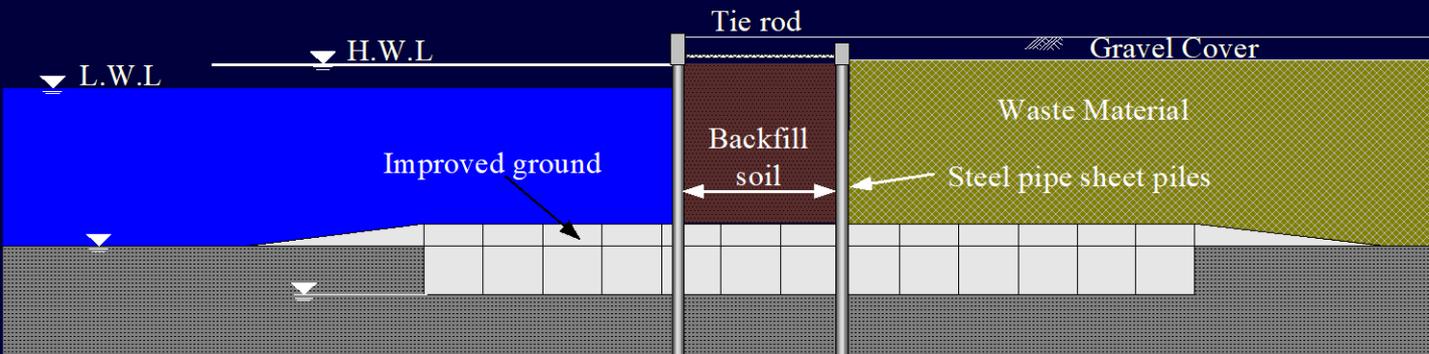
# Typical methods of construction of bulkhead structures in Japan



## 1. Rubble mound seawall

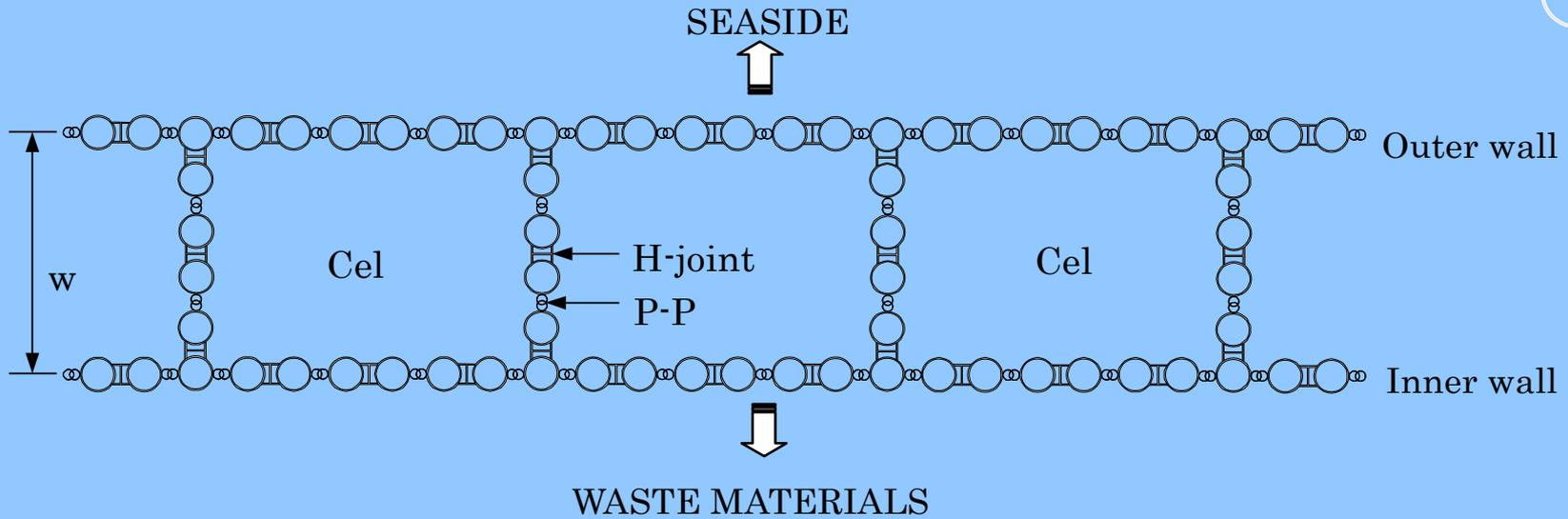


## 2. Caisson wall

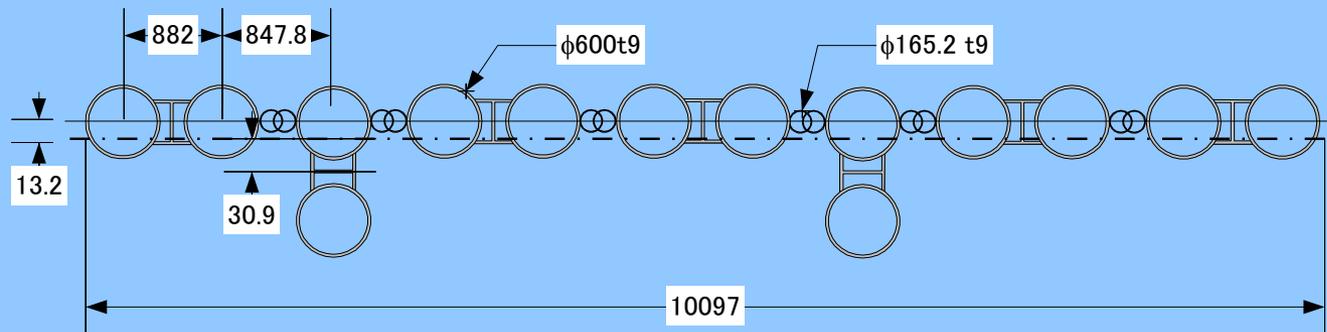


## 3. Steel pipe sheet piles

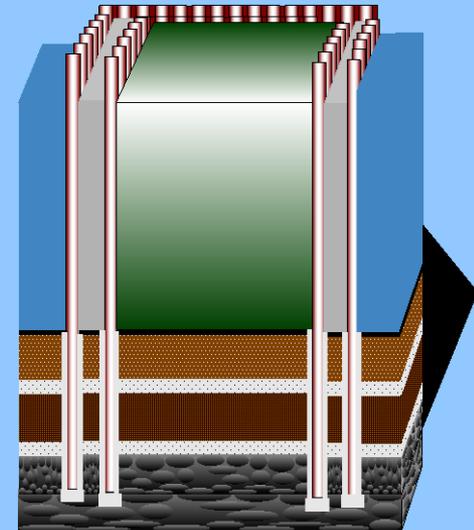




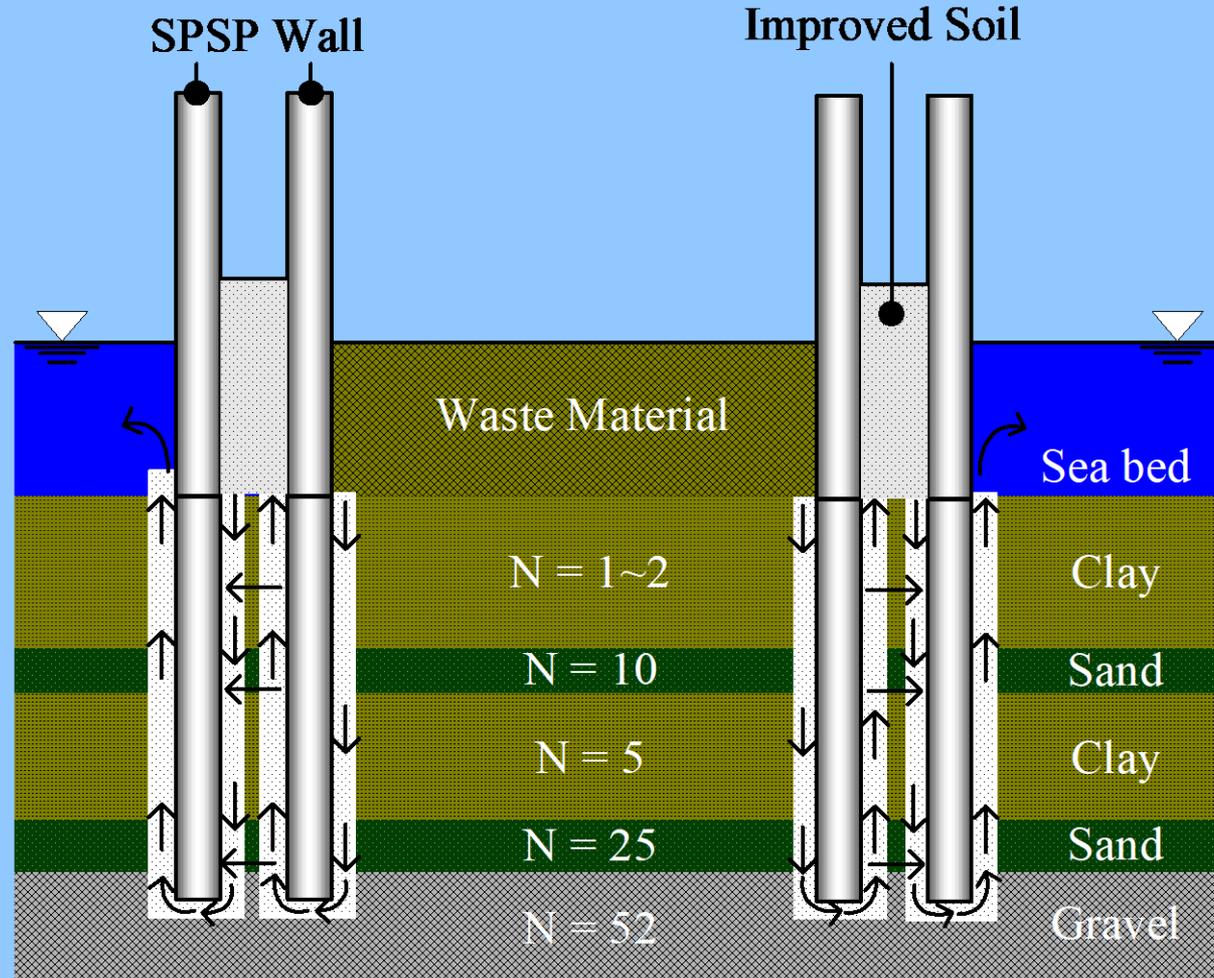
**Use of H-joint reduces the width, w, of the a double wall bulkhead waste disposal steel pipe sheet pile facility**



**Application in reinforcing a retaining wall**

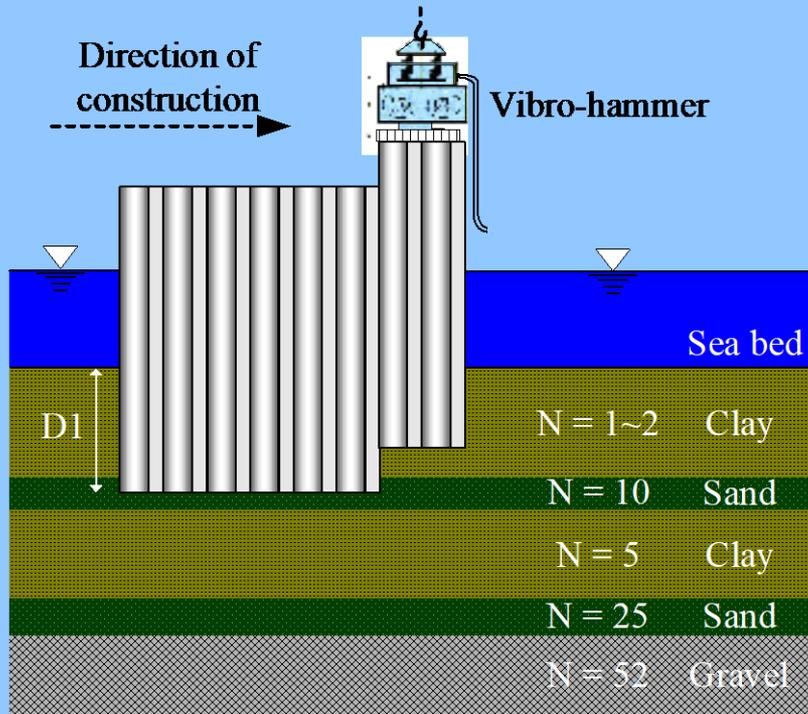


# Current Construction Procedure of bulkhead waste facilities

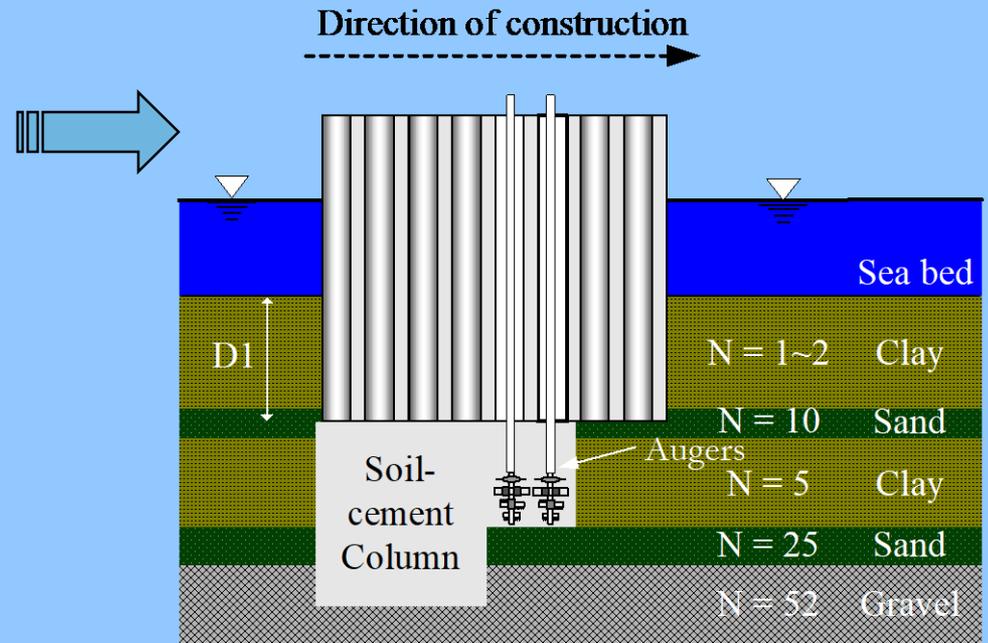


1. Stability problems
2. Soil around pile is disturbed hence lose of strength
3. Pile soil interface is improved but  
⇒ quality control of improvement is difficult  
⇒ leakage is possible

# Proposed Construction Procedure

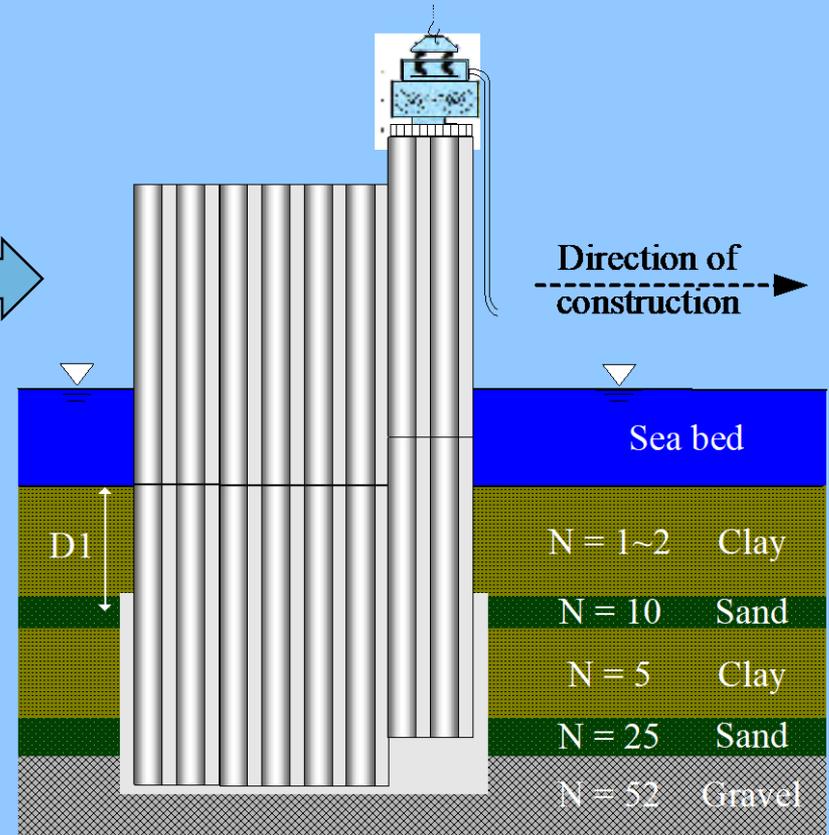
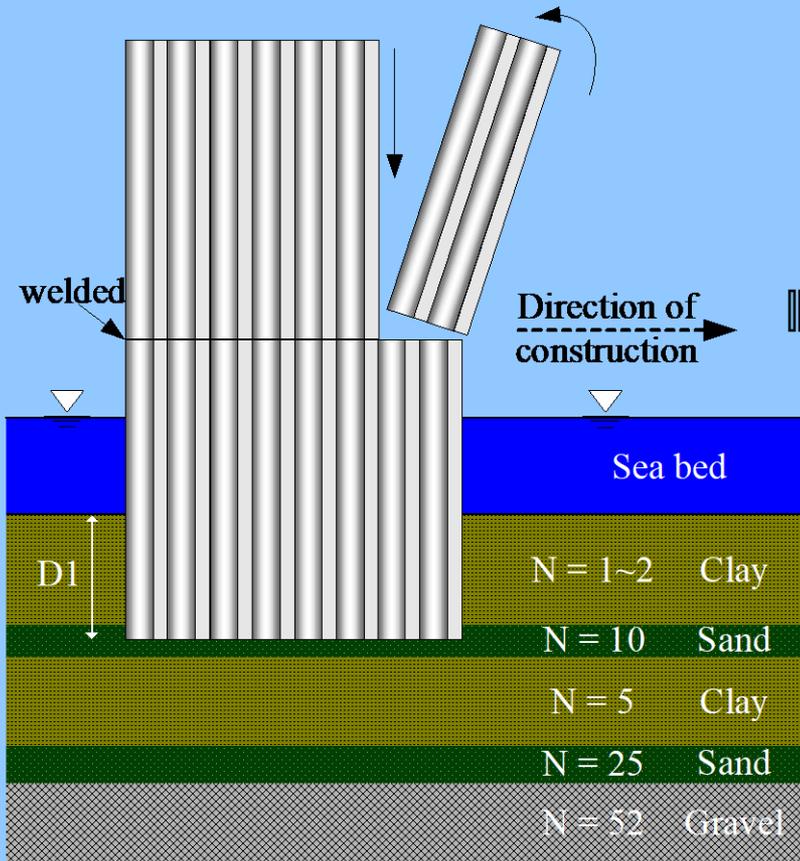


① Piles are driven to D1



② Augering cement milk injection and churning to form soil-cement

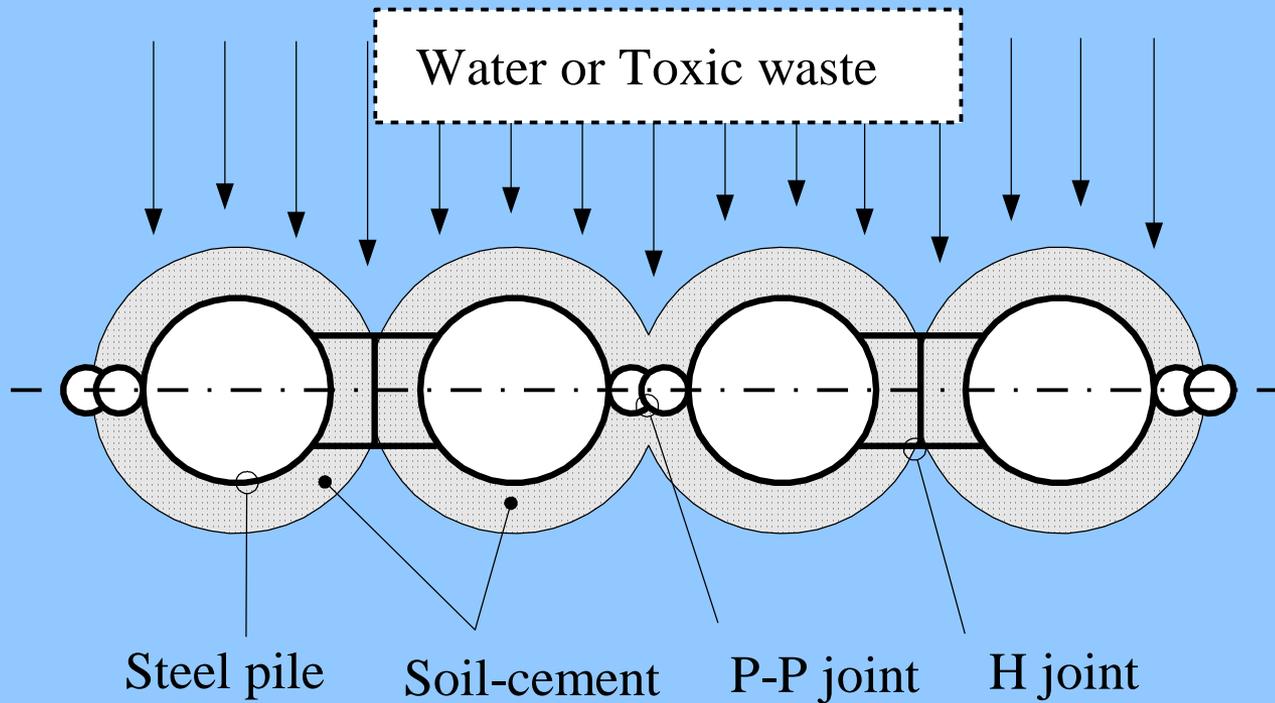




③ Extension of pile lengths by welding additional sections on site

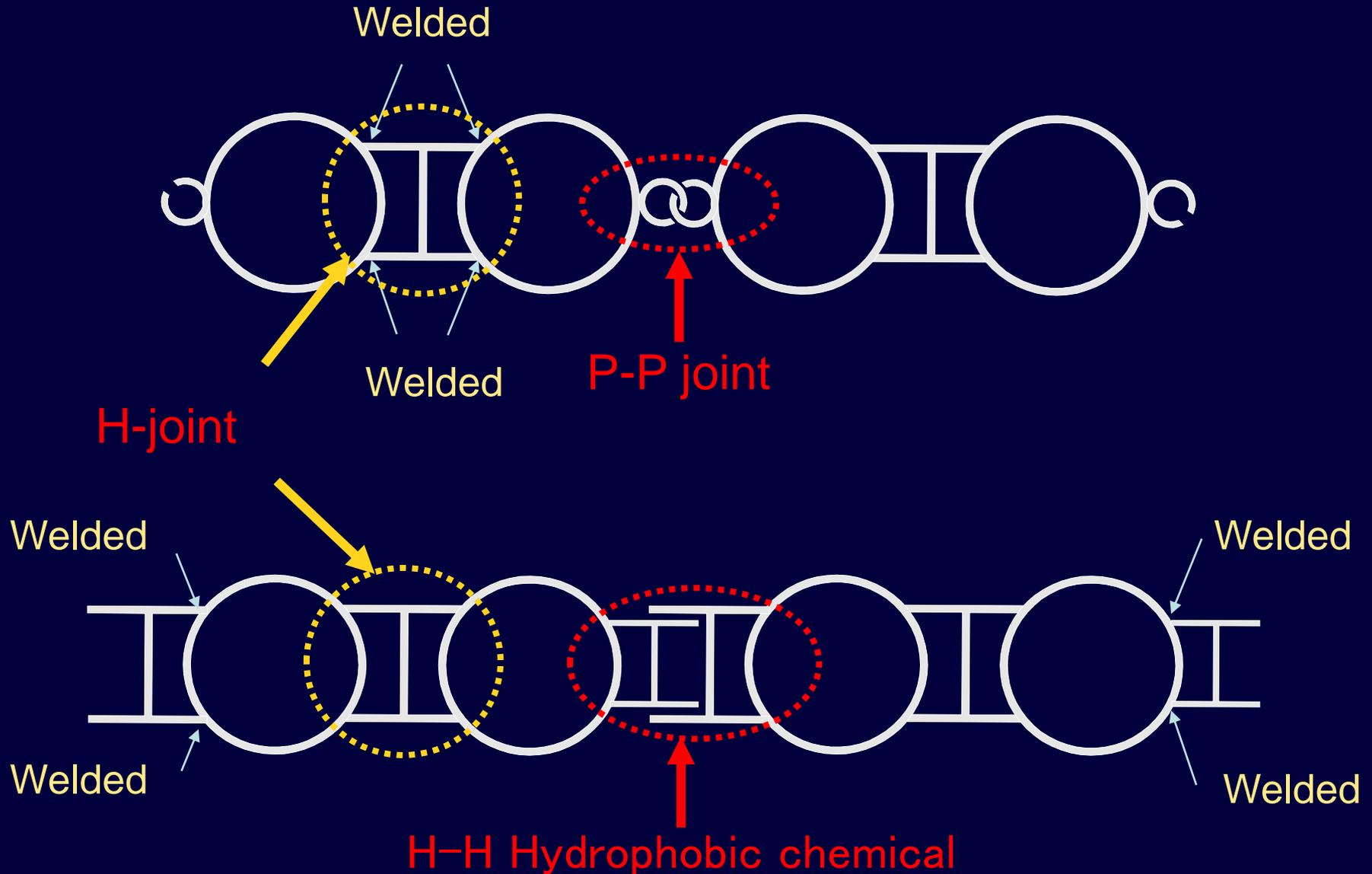
④ Piles are driven through the soil-cement to design depth

# Effects of soil cement column



1. Increases the strength
2. Enhances water proofing characteristics
3. Protection of steel against adverse environmental effects

# H-H joints under development



# CONCLUSIONS

1. The H-joint increases the lateral bearing capacity of steel pipe sheet pile foundations.
2. The proposed construction method for bulkhead waste disposal facilities into soft ground is simple and comes with a wide range of advantages; it is economical, reliable and environmentally responsive.
3. The use of a hydrophobic chemical material at the H-H joint as a sealant is effective.



# 3 years' activities on development of the H-joint

Principle behind the innovation is simple

Benefits can be understood by all

Centrifugal tests done to check:

lateral bearing capacity & deformation behavior

Full scale field installation test conducted

Full scale material bending test

Consultation with Ministry of construction on the possibility of using the new material (NETIS)

Despite the efforts spanning 3 years the method has not been adopted - Why?

Where is the obstacle?

⇒ The answer lies with the

**JAPANESE STEEL COMPANY.**



# Pressure from Japanese Steel Company

- The innovation uses less steel material so adopting it means **the volume of steel sold out by the steel company goes down.**
- Problems in the old methods are known to the company but over the years they have not been able to solve – **Why? Lack of appropriate technology – We now have a solution but....**
- Hesitation to adopt the new method seem to suggest that any **new ideas from small companies cannot be adopted by established big companies.**
- A better material faces out the old one – **this has an impact on CALTELS owning the old material.**



- Do we need more authority from the construction society?
- The new H-joint already satisfies:  
Strength, Design method, Construction method,  
Cost impact, Environmental concerns.
- Must Good Technology be given out to **other nations** and imported back to Japan to be accepted as

**GOOD TECHNOLOGY?**

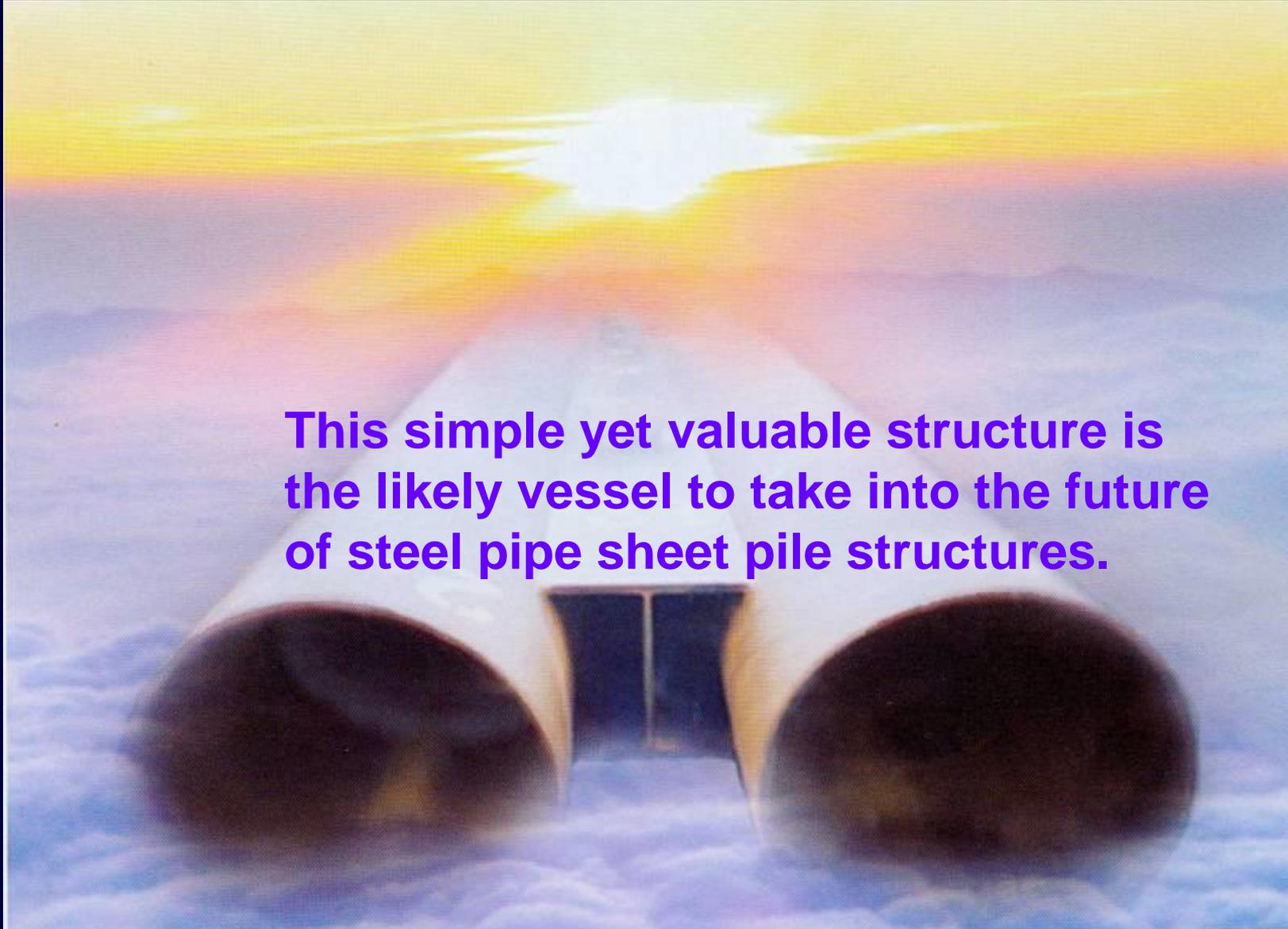




**Does steel pipe sheet pile industry has a future?**

**Yes!!**

**Where is the future?**



**This simple yet valuable structure is the likely vessel to take into the future of steel pipe sheet pile structures.**

# 橋脚井筒基礎への現場適用事例

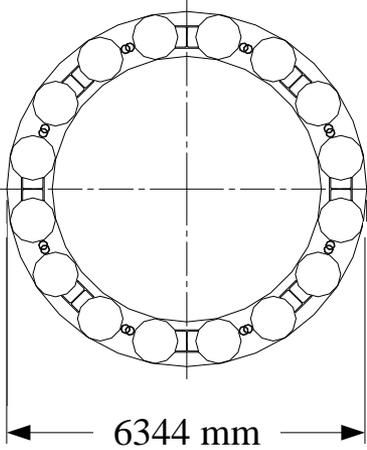
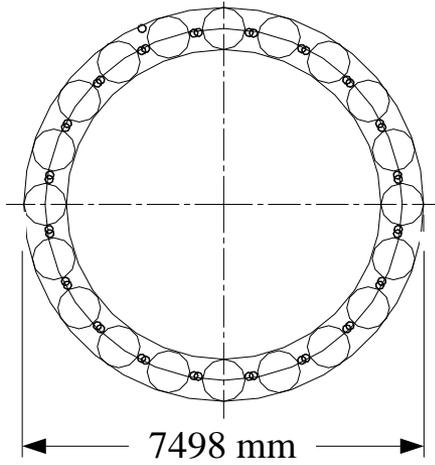
2005年8月：歩道橋基礎工事における橋脚井筒基礎としての  
連結鋼管矢板の適用機会



橋脚井筒基礎の施工位置

# 適用背景（当初案と連結鋼管矢板工法）

## 従来型鋼管矢板を用いた当初案と連結鋼管矢板工法の仕様比較

		連結鋼管矢板	従来型鋼管矢板
仕様	断面	 <p>6344 mm</p>	 <p>7498 mm</p>
	鋼管径	800 mm	800 mm
	肉厚	9 mm	9 mm
	井筒基礎径	6344 mm	7498 mm
	鋼管矢板長	44.5 m	44.5 m
	ユニット数（本数）	8ユニット	20本
	断面2次モーメント	$159 \times 10^6 \text{ cm}^4$	$170 \times 10^6 \text{ cm}^4$

当初計画案

# 経済性・工期評価

## 従来型鋼管矢板を用いた当初案と連結鋼管矢板工法の工事費・工程比較

		連結鋼管矢板		従来型鋼管矢板	
直接 工事費	矢板材料	2φ800 + H-400	100 %	φ800	100 %
	鋼管矢板打設工	8ユニット	102 %	20本	100 %
	導杭・導枠工	φ6340 用	96 %	φ7500用	100 %
	継手止水	8箇所	40 %	20箇所	100 %
	鋼管矢板コン詰め	16本	80 %	20本	100 %
	矢板切断工	8ユニット	100 %	20本	100 %
	合 計		<b>90 %</b>		100 %
工 程	重機組立・解体工	2日	100 %	2日	100 %
	導杭・導枠撤去工	2日	100 %	2日	100 %
	鋼管矢板打設工	9日	75 %	12日	100 %
	継手止水工	7日	54 %	13日	100 %
	コンクリート充填工	3日	100 %	3日	100 %
	矢板切断工	3日	100 %	3日	100 %
	合 計	27日	<b>75 %</b>	36日	100 %

# 矢板製作

使用材料：① 鋼管矢板（JIS A 5330 SKY400）

（本体鋼管  $\phi 800 \times 9$  mm；P-P継手  $\phi 165.2 \times 11$  mm）

※製鉄会社より納入

② H鋼（JIS G 3101 SS400）（H-400×400×13×21 mm）

☆ 1日あたり1ユニット約45 m分（約11 m×4本）ずつ製作

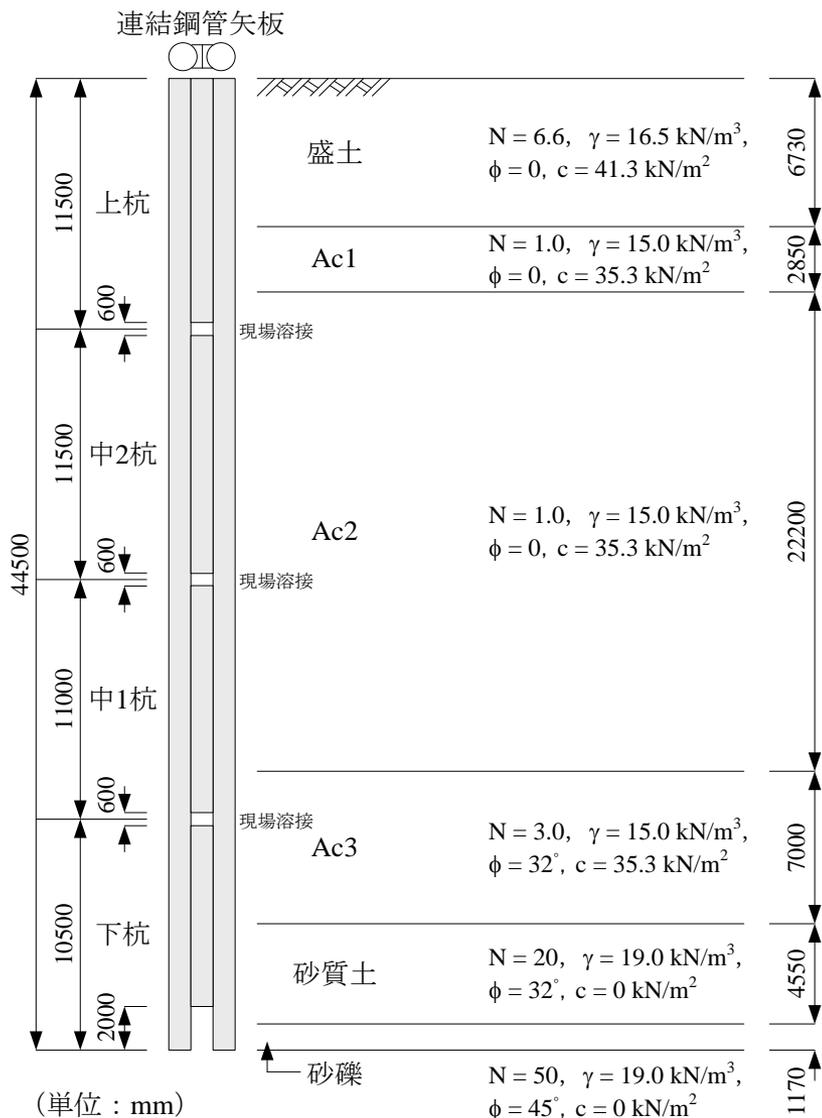
☆ 鋼管にはスパイラル溶接肉盛部があるため、H鋼の溶接には注意

☆ 2本の鋼管間には材長差があるため、鋼管の組合せによって適切に対処



連結鋼管矢板の製作風景

# 打設施工



連結鋼管矢板の加工と土質性状

バイブロハンマ : 180 kW 容量  
 揚重機械 : 200 t 級クレーン  
 ※特殊加工チャックの装着



連結鋼管矢板の打設状況

# 特殊加工チャック（ハーモニーチャック）

連結鋼管矢板打設のために新たに開発

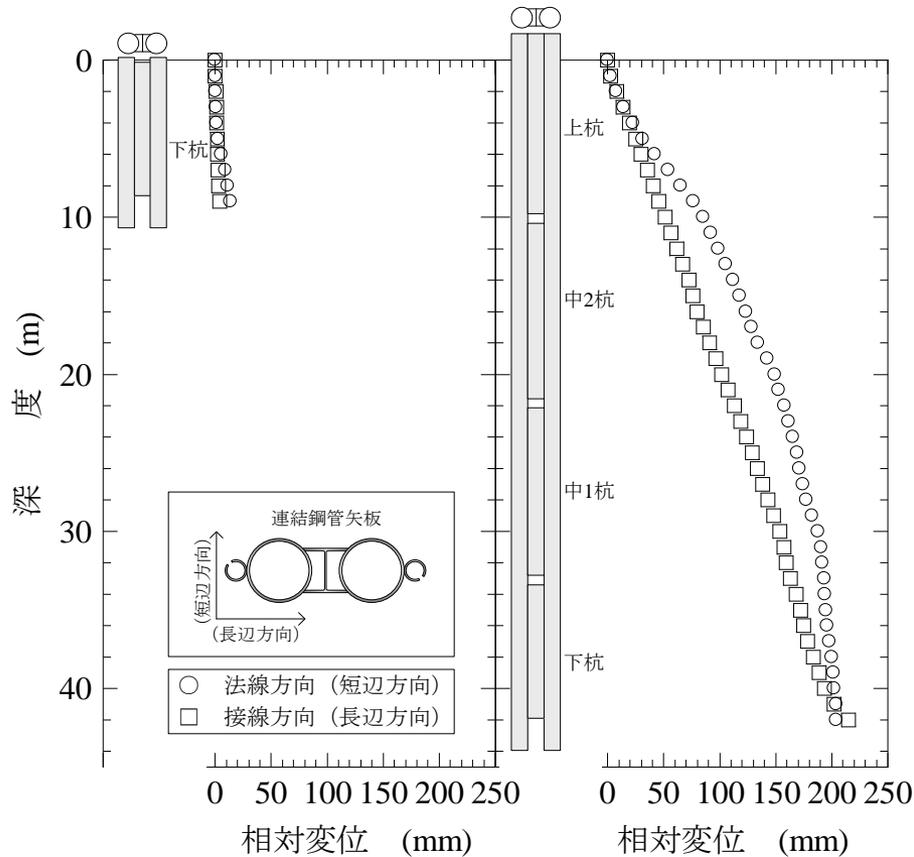
連結鋼管矢板を4点で掴む構造



連結鋼管矢板専用の特殊加工チャック

H鋼で連結した2本の鋼管矢板を4点で把持して打設することは、鋼管矢板の回転やねじれを防止することに大きな効果を発揮し、高い鉛直打設精度をもたらす。

# 施工精度



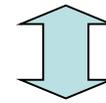
## — 傾斜精度 (傾斜計-A, -B) —

下杭打設完了時点 (深度10 m)

傾斜精度  $1/2130 \sim 1/450$

上杭打設完了時点 (深度44.5 m)

傾斜精度  $1/230 \sim 1/200$

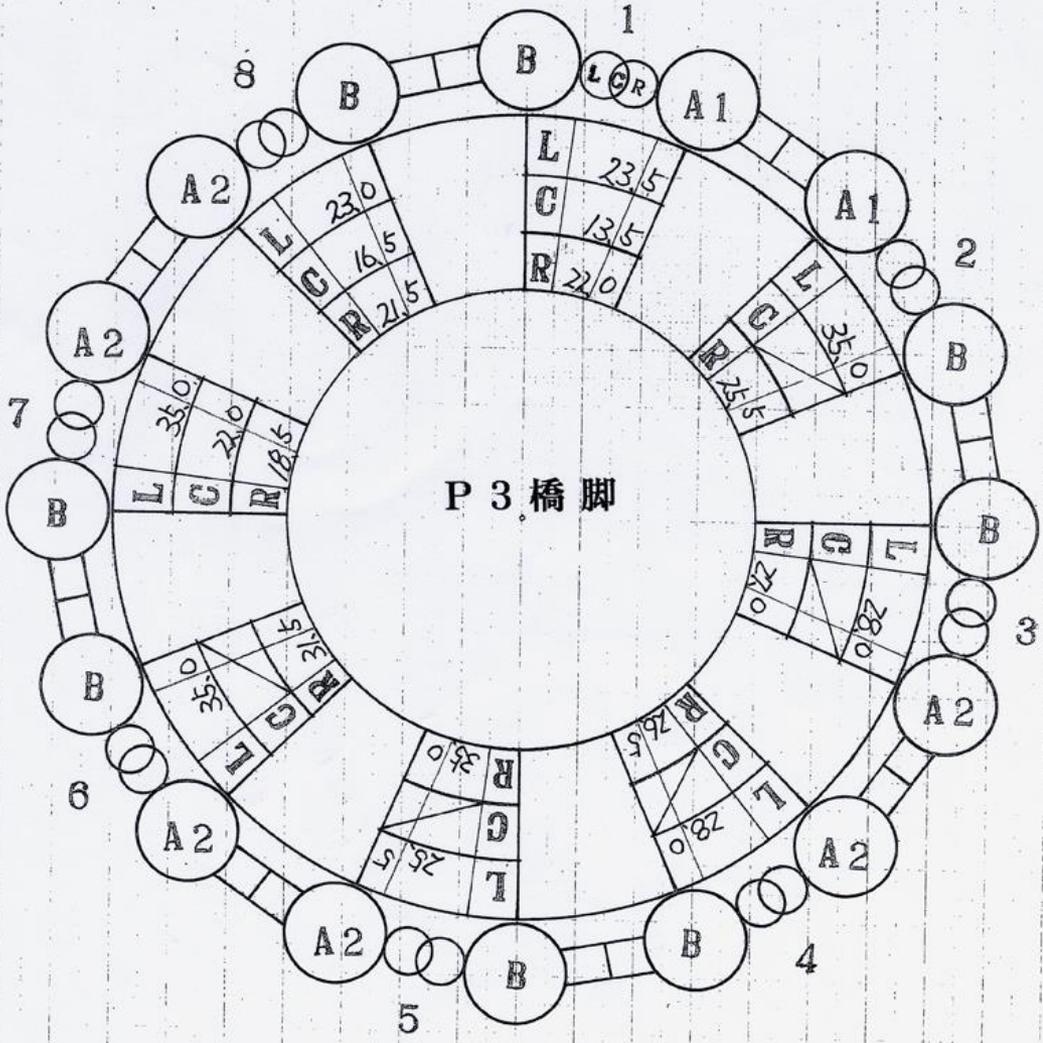
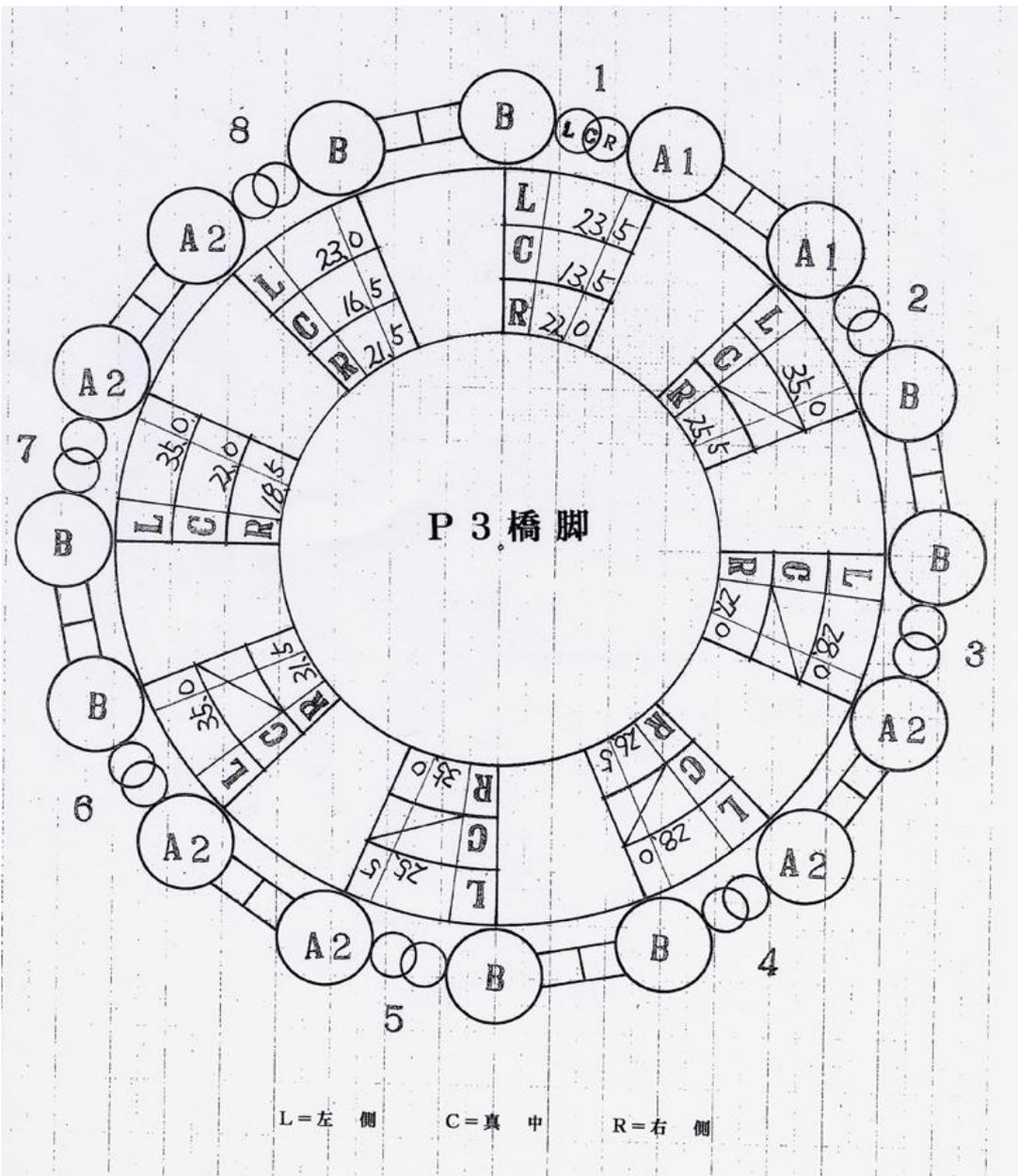


打設管理基準値 :  $1/100$

連結鋼管矢板打設時の変位量の計測結果  
(傾斜計-A)

# 適用成果

- 👉 橋脚井筒基礎として連結鋼管矢板を適用することで**井筒径を縮小**することができ、用地制約上の課題を克服することができた。
- 👉 井筒径の縮小に伴って**25%の工期短縮**および**10%のコスト縮減**を図ることができた。
- 👉 施工機械の揚重能力および貫入能力を十分に検討しつつ機械配置を計画することによって、**連結鋼管矢板のメリットを活かして工期短縮**を図ることが可能となった。
- 👉 従来工法の課題であった鋼管の打設中に生じる**鋼管の回転や傾斜を大きく低減**することができた。そのため、打設基準値と比較して2倍以上の**高い鉛直精度**を確保することができた。
- 👉 高い鉛直打設精度を確保できる連結鋼管矢板は、打設に伴う継手抵抗が抑制される。その結果、**低騒音・低振動の打設施工**を可能とした。



# 施工記録表

継手No.	区分	洗浄長 (m)	注入量 (ℓ)	記事
1	L	23.50	650	継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	C	13.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	R	22.00		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
2	L	35.00	950	
	C	-		継手の穴に洗浄ホースが入らないため洗浄不可能
	R	25.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
3	L	28.00	900	継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	C	-		継手の穴に洗浄ホースが入らないため洗浄不可能
	R	27.00		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
4	L	28.00	900	継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	C	-		継手の穴に洗浄ホースが入らないため洗浄不可能
	R	26.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
5	L	25.50	1,000	継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	C	-		継手の穴に洗浄ホースが入らないため洗浄不可能
	R	35.00		
6	L	35.00	1,100	
	C	-		継手の穴に洗浄ホースが入らないため洗浄不可能
	R	31.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
7	L	35.00	850	
	C	22.00		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	R	18.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
8	L	23.00	700	継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	C	16.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
	R	21.50		継手がせって変形障害のため、途中で洗浄不可能
計			7,050	