

# 大規模橋梁向け 鋼管矢板複合基礎工法の施工性と構造性能\*

川崎製鉄技報  
34 (2002) 4, 175-181

## Construction and Structural Characteristics of Steel Pipe Sheet Pile Composite Foundation Method for Large-scale Bridge



大久保 浩弥  
Hiroya Okubo

建材技術部  
技術室兼鋼構造研究所  
主査(課長補)



西澤 信二  
Shinji Nishizawa

建材技術部  
技術室  
主査(課長)



三谷 靖  
Yasushi Mitani

広島支店  
主任部員(掛長)

### 要旨

大規模橋梁向けの新しい基礎工法として開発を進めてきた「鋼管矢板複合基礎工法」について、種々の実験から施工性ならびに構造性能を検証した。得られた主な知見は次のとおりである。(1) 現場施工実験において (a) 継手内および鋼管矢板本管内の清掃が確実に行えた。(b) 場所打ちコンクリート杭を鋼管矢板下端から拡径して造成することが可能であった。(2) 高耐力継手は従来の鋼管矢板基礎の P-P 型継手と比較して、10 倍程度の高いせん断耐力を有している。(3) 複合杭は、(a) 接合部における軸方向鉄筋から鋼管への荷重伝達区間の長さが軸方向鉄筋径の 45 倍であった。(b) 接合部の曲げ強度を「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」で評価すればよい。

### Synopsis:

A steel pipe sheet pile composite foundation method has been developed with the aim of the application to a large-scale bridge. The present study verified the construction and structural characteristics. The studies confirmed the following: (1) In the construction experiment, the cleaning of the inside each of the pipe-junction and main pipe was able to be ensured. It was possible to construct a diameter-expanded cast-in-place pile by the expansion effected initiating from steel pipe sheet pile lower end. (2) The high strength pipe-junction has high shear capacity of about 10 times larger than the pipe-junction of conventional steel pipe sheet pile foundation. (3) On the compound pile, the length of the load transfer interval in the joint was 45 times as long as the diameter of the reinforcing bar. The bending strength of the joint can be evaluated as that of reinforced concrete section which makes steel pipe inner diameter as its outer diameter.

## 1 緒 言

近年、沿岸域における橋梁基礎では大規模化や大深度化へのニーズが高く、またプロジェクトの投資効果を向上させるため、大幅なコスト削減、工期短縮の要望も高い。

このような背景のもと、これらのニーズにこたえ得る工法のひとつとして、従来の鋼管矢板基礎の設計、施工技術を踏襲しつつ、より経済性と施工性を向上させた、大規模橋梁向けの新しい基礎工法「鋼管矢板複合基礎工法」を開発してきた<sup>1-6)</sup>。

本論文は、現場施工実験によって本工法の施工性を検証した結果、ならびにこの現場で造成した各種試験体を対象に構造性能を評価した室内実験の結果を述べたものである。

## 2 「鋼管矢板複合基礎工法」の概要

「鋼管矢板複合基礎工法」(Fig. 1)の特徴は、従来の鋼管矢板基礎を基本としつつ、基礎全体の剛性、ならびに支持力を向上させるために、次の3つの要素技術を組み合わせることである。

(1) せん断耐力を向上させた「高耐力継手」:「高耐力継手」は、従来の鋼管矢板基礎の P-P 型継手をベースに、(a) 継手管内面にモルタルとの付着強度を向上させるための突起を設ける、さらに (b) 高強度モルタルの使用により付着強度を向上させる、また、(c) 広い付着面積を確保するために鋼管外径を 165.2 mm から 267.4 mm に拡大することで、継手のせん断耐力を大幅に向上させたものである。これによって基礎全体の剛性を高める。継手管の径を大きくすることで、継手管内の洗浄の施工性も向上する。なお、高耐力継手に使用する内面突起付き鋼管は、Photo 1 に示すように、編鋼板を用いて造管したものである。

(2) 高剛性である「場所打ち鋼管コンクリート構造」:「場所打ち

\* 平成14年7月18日原稿受付

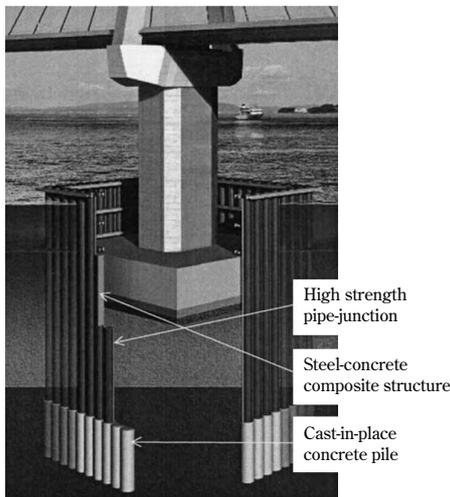


Fig. 1 Schema of steel pipe sheet pile composite foundation method

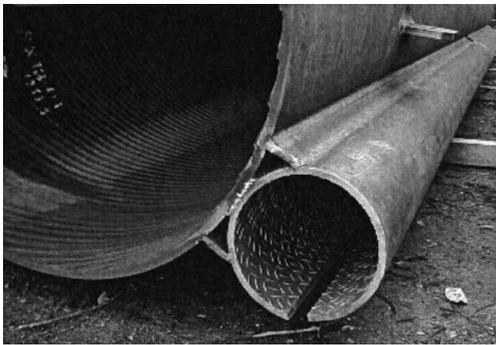


Photo 1 High strength pipe-junction pipe and steel pipe with inner rib

鋼管コンクリート構造」は、耐震場所打ち杭（「TB杭」<sup>7,8)</sup>として多くの実績がある、リブ付き鋼管（Photo 1）の内部にコンクリートを充てんした構造である。剛性の高い本構造の採用によって基礎全体の剛性を高める。

- (3) 「場所打ちコンクリート杭」: 基本的に支持層部分を場所打ちコンクリート杭とし、硬質地盤へ十分根入れすることで大きな支持力を確保する。また、支持層へ鋼管矢板を長く打設する場合に比べて、施工性が向上する。

「鋼管矢板複合基礎工法」は、従来の鋼管矢板基礎にこれらの要素技術を組み合わせることによって、基礎の平面寸法を大幅に小さくすることを可能とした。これによって本工法は、従来の鋼管矢板基礎では基礎の平面寸法が大きくなる傾向にある、斜張橋や吊橋などの大規模橋梁において、従来の鋼管矢板基礎、さらには大規模橋梁で主流となっているニューマチックケーソン基礎に比べて十分な競争力を持つ優れた工法となる。

「鋼管矢板複合基礎工法」の施工は、従来の鋼管矢板基礎に対して、場所打ち鋼管コンクリート構造と場所打ちコンクリート杭の施工が加わる点が大きく異なるのみである。これらの施工は、鋼管矢板打設完了後に、鋼管矢板の本管内を中掘りし、その後、鋼管矢板下端から場所打ちコンクリート杭を造成する手順で行う<sup>9)</sup>。

### 3 検討内容

「鋼管矢板複合基礎工法」は前述のとおり、従来の鋼管矢板基礎に

3つの要素技術を組み込んだ工法であるので、主要な技術課題はこれらの要素技術に関するものであった。本章では、これらの要素技術に関して本論文の中で取り組んだ検討内容について、既往の技術との差などを踏まえて述べる。

- (1) 「高耐力継手」: 鋼管矢板基礎の継手のせん断耐力を向上させる研究としては、たとえば従来のP-P型継手の継手管を内面突起付き鋼管にした継手でせん断耐力が1.05 MN/mであったという実験結果<sup>9)</sup>が報告されていた。一方、「鋼管矢板複合基礎工法」に必要なせん断耐力は、いくつかの大規模橋梁基礎を対象にした試設計の結果<sup>9)</sup>から、従来継手の5倍の値（レベル2地震時の設計値で1.0 MN/m、実験値としてはこの1.75倍<sup>9,10)</sup>）であったので、既往の研究例の継手に比べて、より大きなせん断耐力を有する新型継手が必要であった。そこで、前述のような高耐力継手を考案し、その性能を実証した。この実証実験は、施工の不均一性まで考慮されるという点を重視して、施工実験において実地盤中で造成した継手を対象にせん断実験を行った。
- (2) 「場所打ち鋼管コンクリート構造と場所打ちコンクリート杭からなる複合杭」: この構造は耐震場所打ち杭として多くの実績があるので、この知見<sup>7,8)</sup>を踏襲することとした。ただし、「鋼管矢板複合基礎工法」では、場所打ちコンクリート杭を鋼管矢板下端から拡張することを基本としている点が、耐震場所打ち杭の構造と異なる。この場合でも基本的には耐震場所打ち杭の知見が十分適用できると考えられたものの、部材剛性の設定など定めるべき項目があったので、この構造を対象にしたはりの曲げ実験を行うことにした。

施工に関して言えば、鋼管矢板本管内の清掃方法は、耐震場所打ち杭の施工法のひとつである「ケーシング併用法」が「鋼管矢板複合基礎工法」の施工手順と類似しており、この知見<sup>9)</sup>が適用できた。一方、鋼管矢板下端から拡張する場所打ちコンクリート杭の施工に関しても、場所打ちコンクリート杭でその途中から長い範囲にわたって拡張する実工事例が数例あるので、施工が可能であると考えられた。ただし、鋼管矢板あるいは鋼管下端から拡張した事例がなかったため、実際にそれを施工実験によって実証することにした。あわせて鋼管矢板本管内の清掃方法についても、改めて確認することにした。

この施工実験において実地盤中で造成した複合杭を対象に曲げ実験を行い、その性能を評価した。

## 4 「鋼管矢板複合基礎工法」の施工性

### 4.1 茨城県での現場施工実験

茨城県猿島郡での現場施工実験の概要をFig. 2に示す。本実験では、高耐力継手、場所打ち鋼管コンクリート構造、ならびに場所打ちコンクリート杭の3つの要素技術に関する施工性を確認した<sup>3,4)</sup>。高耐力継手管を取り付けた外径1000 mm、板厚16 mm、長さ8000 mmの鋼管矢板を、パイプロハンマで4本連続して打設し、本管内の清掃を行った。その後、鋼管矢板の下部に、外径1300 mm、長さ5300 mmの拡張場所打ちコンクリート杭を造成した。最後に、継手管内の清掃とモルタル打設を行った。この他に、6章に記載したはりの曲げ実験に用いた、長さ8000 mmの複合杭を1本造成した。

本実験の主な結果を以下に列挙する。

- (1) 継手管内の清掃は、高圧ウォータージェットによって行った。

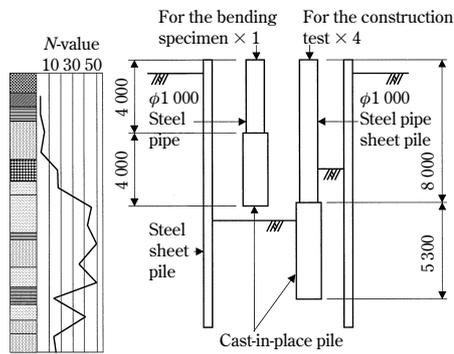


Fig. 2 Outline of field construction test in Ibaraki Pref.

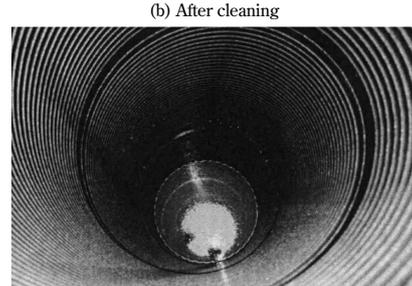
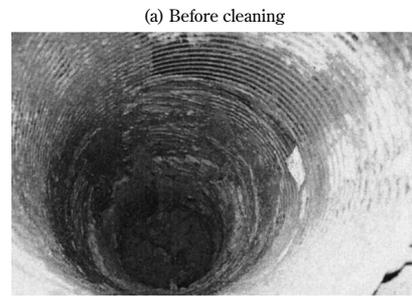


Photo 4 Appearance of main pipe cleaning

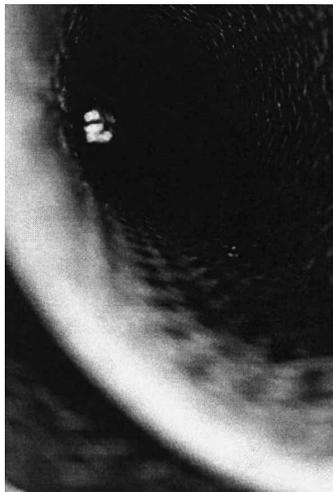


Photo 2 Appearance after cleaning of pipe-junction

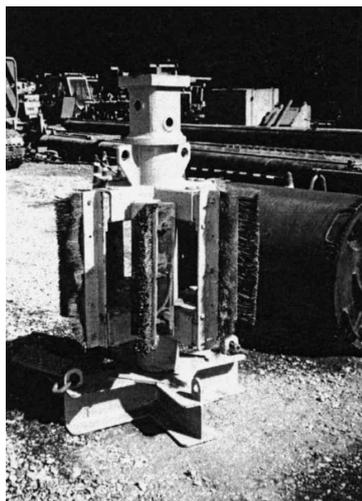


Photo 3 Cleaning equipment for main pipe



Photo 5 Joint between steel pipe (upper part) and cast-in-place concrete pile (lower part)

この吐出圧力は 15 MPa とした。Photo 2 に清掃後の継手管内の状況を示すとおり、管内壁面の突起部にいたるまで非常によく洗浄できていた。このことは 5 章に記載する継手のせん断実験によっても実証された。

- (2) 鋼管矢板の本管内の清掃は、まず本管内の土砂をアースドリル機で掘削した後に、側面にワイヤーブラシとシュロ（繊維）を取り付けた清掃器具（Photo 3）を用いて行った。Photo 4 に清掃前と後の状況を示すとおり、管内壁面の突起部にいたる

まで非常によく清掃できていた。このことは 6 章に記載する複合杭の曲げ実験によっても実証された。

- (3) 鋼管矢板と拡径場所打ちコンクリート杭との接合部の状況を Photo 5 に示す。この結果から、孔壁の崩壊もなく、鋼管矢板下端から拡径杭がきれいに形成されていることが確認できた。

#### 4.2 千葉県での現場施工実験

高耐力継手のせん断試験体が、4.1 節に記載した現場条件 1 例だけでは少ないので、千葉県千葉市の現場でせん断試験体を造成した。茨城県の現場実験で採取した継手が、鋼管矢板先端から 4.1m と 5.3m の範囲のものであったので、本実験ではできる限り深い位置から試験体を採取すべく、Fig. 3 に示す実験を行った。すなわち、外径 1000mm、長さ 15.5m の鋼管を打設し、その内部の土砂を排土した後に、P-P 型に組み込んだ 1 組の長さ 24m の高耐力継手管を、実地盤中に 8m バイプロハンマで打設した。その後、継手管内に上端まで砂を沈設した上で、管内の洗浄を行い、モルタルを打設した後、養生期間をおいて引き抜いた。なお、継手管内の清掃は、

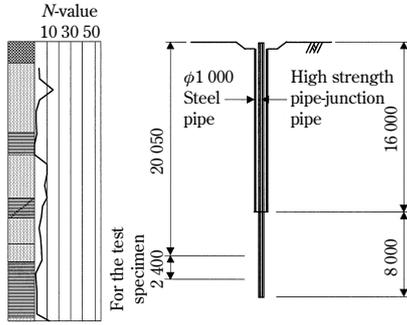


Fig. 3 Outline of field construction test in Chiba Pref.

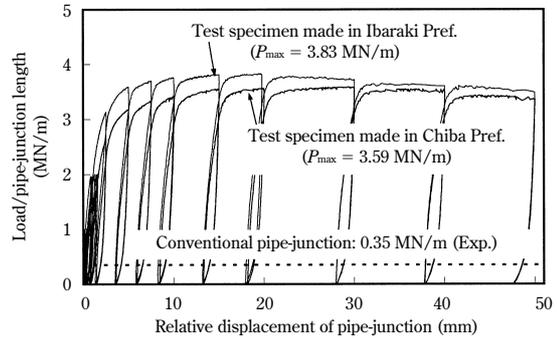


Fig. 5 Load and relative displacement curve

エアリフト排土管併用の高圧ウォータージェットによって行った。この吐出圧力は 10 ~ 15 MPa とした。

管内壁面の突起部にいたるまで非常によく洗浄できていたことは、5 章に記載する継手のせん断実験、ならびに実験後の継手内部の調査によって実証した。

### 5 高耐力継手のせん断性能と設計値の提案

本章ではこの基礎の特徴のひとつである高耐力継手に関して、実地盤中で造成した継手のせん断性能を実証した実験結果とともに、この結果をもとに提案した設計値について述べる。

高耐力継手の試験体は、4 章に記載した 2 ケ所の現場施工実験においておのおの造成した 2 体とした。各現場ごとに、長さ 1.2 m の継手を 2 本採取し、せん断実験に用いた。継手採取位置の近傍からモルタルをコアサンプリングして圧縮試験を行った結果を Table 1 に示す。強度はおおのこの現場の平均値で 81.4 N/mm<sup>2</sup> と 83.9 N/mm<sup>2</sup> であった。一方、継手管の材料は 2 ケ所の現場で同一材料とし、その降伏強度は 383.9 N/mm<sup>2</sup> であった。

これらの 1.2 m の継手を、Fig. 4 に示すように載荷柱、反力柱に溶接によって取り付け、この載荷柱を下向きに押し込むことで、その両側に取り付けた継手のせん断性能を評価した。計測項目は、載荷荷重、継手の相対変形量などである。

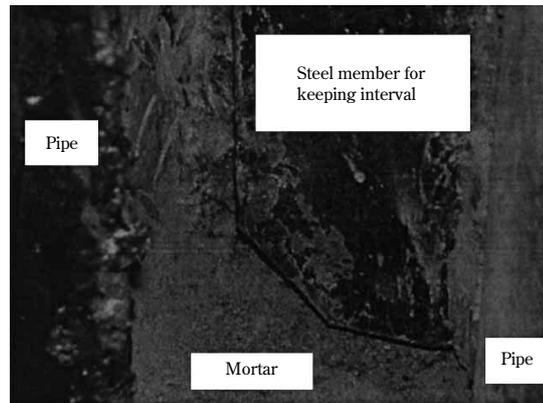


Photo 6 Appearance of steel member for keeping interval

Table 1 Material properties of mortar

Specimen	Compressive strength (N/mm <sup>2</sup> )
Test specimen made in Ibaraki Pref.	81.4*
Test specimen made in Chiba Pref.	83.9**

\*Mean value of 6 data (60.5 ~ 113.0 N/mm<sup>2</sup>)

\*\*Mean value of 5 data (73.1 ~ 94.3 N/mm<sup>2</sup>)

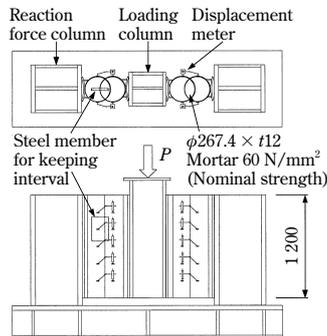


Fig. 4 Pipe-junction shear test specimen (Test specimen made in Ibaraki Pref.)

Fig. 5 に、載荷荷重を継手長 (1.2 m × 2 = 2.4 m) で除した値と継手の相対変形量の関係を示す。ここで、継手の相対変形量は、嵌合した 2 個の継手管間に複数個設置した変位計の値の平均値とした<sup>9,11)</sup>。2 体の実験結果をみると、耐力および剛性ともに茨城県で造成した試験体の方がわずかながら上回っていた。この一因としては次の理由が考えられる。茨城県の現場で造成した継手では間隔保持鋼材<sup>3)</sup>が片方の継手内にあるものの、千葉県で造成した継手には間隔保持鋼材がなかった。載荷後に継手内の間隔保持鋼材を調査したところ、対面の継手管内壁面に接触してはいなかったため (Photo 6)、鋼材同士が直接接触するほどの抵抗ではなかったものの、この間隔保持鋼材とモルタル間で支圧抵抗および摩擦抵抗を生じたことが、両試験体の実験結果に差を生じさせた一因と考えられる。

ただし、両試験体の結果の差は大きなものではなく、いずれの試験体も従来の鋼管矢板基礎の P-P 型継手<sup>9)</sup>と比べて、10 倍程度の高いせん断耐力であった。これは別途実施したいいくつかの試設計結果に基づいて設定していた、従来継手の 5 倍という目標耐力を大きく上回る値であった。

Photo 7 に載荷後の状況を示す。付着耐力に支配的な部位 (P-P 型継手の 3 室の中央の部屋) での付着切れがほとんど発生することなく、継手管の一部が降伏することで耐力が決まった。この結果、大きな変形量に至っても荷重が大きく低下しない、変形性能に優れた挙動を示した。なお、今回の試験体では、モルタル強度がおおのこの現場の平均値で 81.4 N/mm<sup>2</sup> と 83.9 N/mm<sup>2</sup> であったが、これよりも低い強度であってもある強度までは同様な挙動となる可能性があるため、今後、これに関する検討を行っていく予定である。

載荷後に継手管の一部を溶断して、モルタルの充てん状況を調査した結果の一例を Photo 8 に示す。載荷実験の良好な結果から推

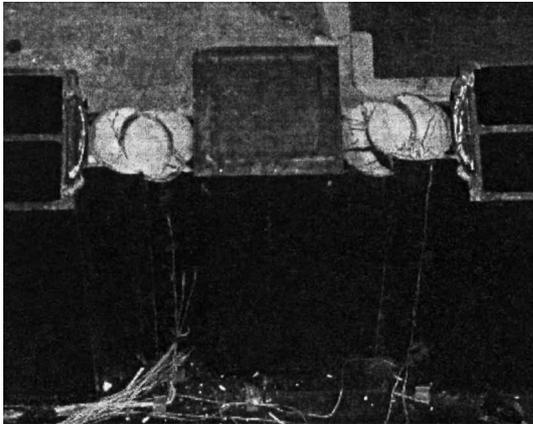


Photo 7 Appearance after pipe-junction shear test (Test specimen made in Ibaraki Pref.)

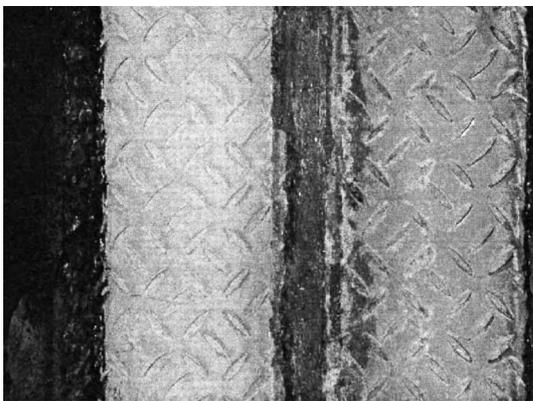


Photo 8 Appearance of mortar filling (Test specimen made in Ibaraki Pref.)

測されたとおり、いずれの試験体も管内壁面の突起部にいたるまで土砂が排除され、モルタルが完全に充てんされていた。

これらの実験結果をもとに設計値として、レベル2地震時のせん断耐力，せん断剛性を次のように設定した。

- (1) 従来の鋼管矢板基礎の継手では、せん断耐力の実験値が 0.35 MN/m (2 体の平均値) に対して、レベル2地震時の設計値として 0.20 MN/m<sup>10)</sup> が採用されている。高耐力継手の実験値が従来継手の 10 倍程度の値であったことから、設計値も 10 倍の 2.0 MN/m を採用してもよいと考えられる。ただし現時点では、いくつかの試設計の結果、1.0 MN/m もあれば十分であると考えられることもあって、さらに安全率 2 をみた 1.0 MN/m を採用することにした。
- (2) レベル2地震時のせん断剛性の設計値は、載荷荷重を継手長で除した値と継手の相対変形量のグラフにおいて、縦軸の値が 1.0 MN/m になる点と原点を結ぶ直線の勾配とし、Fig. 5 から得られた 2 個の値の中で小さい方の値に近い 2 400 MN/m<sup>2</sup> を採用することにした。この高耐力継手のせん断剛性 2 400 MN/m<sup>2</sup> は、従来継手の値である 1 200 MN/m<sup>2</sup> の 2 倍の値である。

Table 2 に、レベル2地震時に加えて、常時ならびに暴風時・レベル1地震時のせん断耐力とせん断剛性の設計値をまとめて示す。常時、暴風時・レベル1地震時の値は、レベル2地震時の値を基準として、これに従来継手と同じ比率を乗じた値とした。

現時点では、せん断耐力，せん断剛性をこのように設定したが、

Table 2 Design constant of high strength pipe-junction

Loading condition	Shear stiffness (MN/m <sup>2</sup> )	Shear capacity (MN/m)
Usual	1 200	0.50
Storm, level 1 ground motions	1 200	0.67
Level 2 ground motions	2 400	1.00

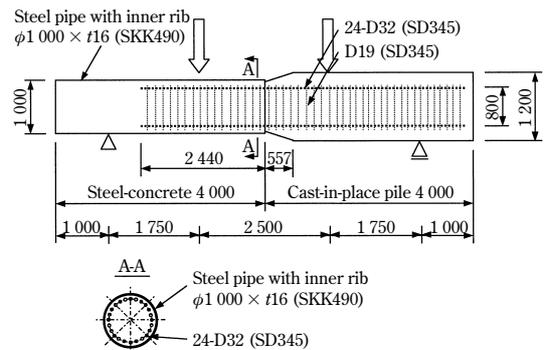


Fig. 6 Bending test specimen

今後、高耐力継手に関する種々の知見を蓄積していくことによって、たとえば、せん断耐力のレベル2地震時の設計値を 1.0 MN/m よりも大きい値に見直すなど、さらなる検討を続けていく予定である。

## 6 実大複合杭の曲げ性能

本章ではこの基礎の特徴のひとつである、鋼管コンクリートと場所打ちコンクリート杭からなる実大複合杭の曲げ性能を実証した実験結果について述べる。

複合杭の試験体は、4.1 節に記載した現場施工実験の一環として造成した。造成後に、その周囲を掘削し、試験体を掘り出した。試験体の形状および寸法を Fig. 6 に示す。試験体は外径 1 000 mm、板厚 16 mm の内面リブ付き鋼管 (SKK 490 相当) を用いた長さ 4 m の鋼管コンクリートと、外径 1 200 mm を目標に造成した長さ 4 m の場所打ちコンクリート杭からなる全長 8 m の複合杭である。場所打ちコンクリート杭の軸方向鉄筋は D32 (SD345) を 24 本とした。鉄筋比は、たとえば「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」でみると 2.6% である。帯鉄筋は D19 (SD345) で 150 mm ピッチを標準とし、せん断区間のみ 125 mm とした。

鋼管コンクリートと場所打ちコンクリート杭の接合構造は、耐震場所打ち杭<sup>7)</sup>として多くの実績がある、軸方向鉄筋を鋼管内に挿入する方式とした。耐震場所打ち杭における軸方向鉄筋の挿入長は軸方向鉄筋径の 45 倍であるが、本試験体では挿入長を、軸方向鉄筋径の 45 倍に鋼管径の 1 倍を加えた長さである 2 440 mm とし、実験結果に基づいて挿入長を見直すことにした。

載荷は等曲げ区間 250 cm、せん断区間 175 cm の 2 点載荷とし、載荷にともなうたわみ、軸方向鉄筋ならびに鋼管の歪みなどを計測した。

Fig. 7 に、荷重と支間中央点のたわみとの関係を示す。たわみが 176 mm の時点でも試験体に過度な損傷は認められず荷重も低下しなかったが、載荷装置の能力の限界に到達したため載荷を終了した。この 176 mm を、「引張側最外縁の軸方向鉄筋が降伏強度に到達した時点」、ならびに「引張側斜め 45° 位置の軸方向鉄筋が降伏強度に到達した時点」の、おのおののたわみ量で除した数値を Table 3

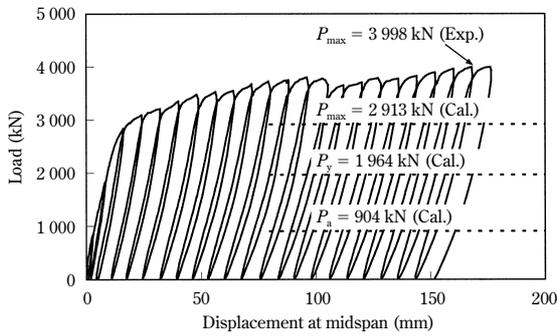


Fig. 7 Load and displacement curve

Table 3 Summary of experimental results on displacement

Definition of yield	Yield displacement (1) (mm)	Ultimate displacement (2) (mm)	(2)/(1)
Case-1*	9.17	176.0	19.2
Case-2**	11.10	176.0	15.9

\*The case in which reinforcing bar in most edge of tension side yielded  
 \*\*The case in which reinforcing bar in oblique 45° of tension side yielded

Table 4 Summary of results on load bearing capacity

Legend	Cal. value (1) (kN)	Exp. value (2) (kN)	(2)/(1)
Allowable load*	904	837	0.93
Yield load*	1964	2007	1.02
Ultimate load	2913	3998	1.37

\*Load as stress of reinforcing bar in most edge of tension side reached allowable stress or yield strength

に示す。これらの数字は 19.2 と 15.9 であり、十分な変形性能であると言える。

この複合杭の耐力は、他の断面に比べて曲げ耐力の小さい、鋼管コンクリートと場所打ちコンクリート杭の境界位置の「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」で決まると考えられる。そこで、この断面の降伏モーメント、曲げ耐力などからおおのの荷重荷重を計算して<sup>12)</sup>、実験結果と比較した。その結果を Table 4 に示す。終局耐力において実験値が計算値を大きく上回っており両者が一致しないものの、複合杭接合部の曲げ強度はこの「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」で評価すればよいといえる。なお、計算には材料試験の結果から得られた材料定数を用いた。

Fig. 8 に、鋼管ならびに軸方向鉄筋の歪み分布の一例として、載荷荷重 3000 kN 時の結果を示す。境界位置では鋼管の歪みがほぼゼロで、軸方向鉄筋のみが引張力および圧縮力の一部を負担しているが、この境界位置から鋼管コンクリート側へ行くのににしたがい、鋼管の負担が徐々に大きくなるとともに軸方向鉄筋の負担は逆に小さくなっていく。境界位置から軸方向鉄筋径の 45 倍に相当する 1440 mm 程度までいくと、鋼管と軸方向鉄筋の歪みは断面内で直線状に分布するレベルにまで収束してきており、鋼管を鉄筋に置換した鉄筋コンクリート断面として計算した歪み分布の計算値とほぼ一致するまでになった (Fig. 9)。この結果から、軸方向鉄筋から鋼管への荷重伝達区間の長さは、軸方向鉄筋径の 45 倍で十分であったと考えられる。

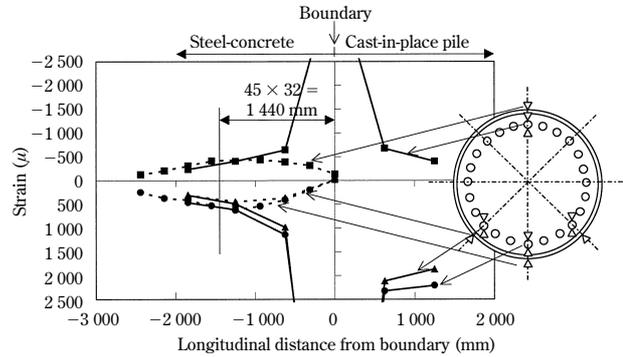


Fig. 8 Strain distribution (P = 3000 kN)

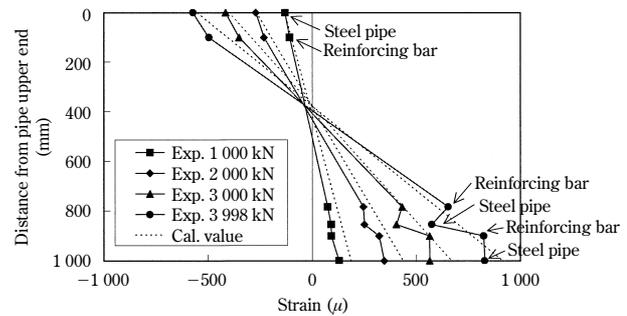


Fig. 9 Strain distribution of cross section at 1440 mm distance from boundary

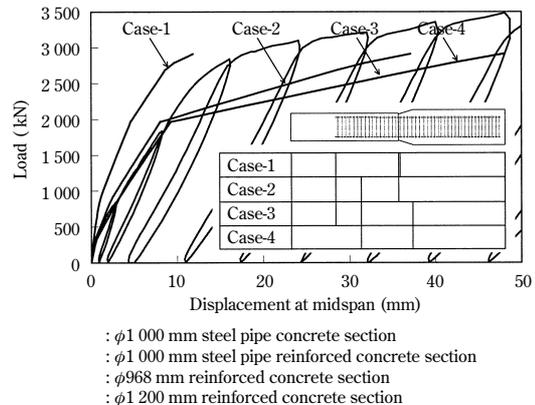


Fig. 10 Calculated results of displacement

荷重と支間中央点のたわみの関係の計算値を Fig. 10 に、実験結果とあわせて示す。これらの値は同図中に示した 4 ケースの断面の組み合わせを仮定し、おおの計算したものである。いずれの計算値も終局変位の値が実験値よりも小さいものの、降伏レベルまでのたわみで見ると、Case-3 および Case-4 が実験値とよく一致している。したがって、たわみは、前述の荷重伝達区間 (1440 mm)、さらには境界位置から場所打ちコンクリート杭の外径が 1200 mm になるまでの傾斜部の区間 (557 mm) を、「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」として計算すれば実用上十分であると考えられる。

載荷後に鋼管を溶断して、コンクリートの充てん状況を調査した結果の一例を Photo 9 に示す。軸方向鉄筋から鋼管への荷重伝達区間の長さが、耐震場所打ち杭の知見と同一であったことなどから推測されたとおり、管内壁面の突起部に至るまで土砂が排除され、コンクリートが完全に充てんされていた。

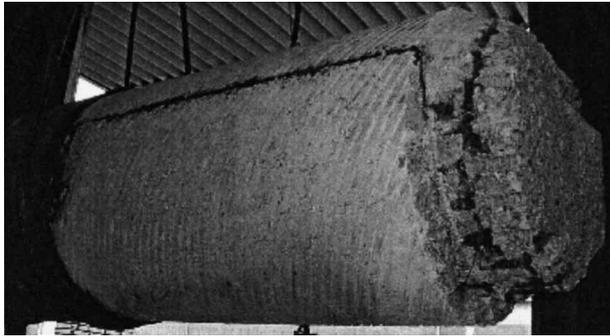


Photo 9 Appearance of concrete filling

## 7 結 言

大規模橋梁向けの新しい基礎工法として開発を進めてきた「鋼管矢板複合基礎工法」について、種々の実験から得られた主な知見は次の通りである。

- (1) 現場施工実験によって、(a) 継手内および鋼管矢板本管内の清掃が確実に行ったこと、(b) 場所打ちコンクリート杭を鋼管矢板下端から拡径して造成することが可能であったことを確認した。
- (2) 実地盤で造成した継手を対象にしたせん断実験によって、高耐力継手が従来の鋼管矢板基礎の P-P 型継手と比較して、10 倍程度の高いせん断耐力を有していることを確認した。
- (3) 実地盤で造成した突大複合杭を対象にした曲げ実験によって、(a) 軸方向鉄筋から鋼管への荷重伝達区間の長さが軸方向鉄筋径の 45 倍であったこと、(b) 接合部の曲げ強度は「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」で評価すればよいこと、(c) 変形量は前述の荷重伝達区間、ならびに場所打ちコンクリート杭天端の傾斜部を、「鋼管内径を外径とする鉄筋コンクリート断面」として計算すればよいことなどを実証した。

最後に本研究は、清水建設(株)、日本鋼管(株)、(株)大林組および川崎製鉄の 4 社による共同研究であることを付記するとともに、関係各位に深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 大久保浩弥, 風間広志, 勝谷雅彦, 佐藤峰生:「鋼管矢板複合基礎工法の概要」, 第 24 回日本道路会議 一般論文集 (B), (2001)10, 336-337
- 2) 大久保浩弥, 宮川昌宏, 勝谷雅彦, 佐藤峰生:「鋼管矢板複合基礎 - 新しい大規模橋梁基礎工法 - 」, 橋梁と基礎, 36(2002)8, 128-130
- 3) 風間広志, 佐藤峰生, 西澤信二, 勝谷雅彦:「鋼管矢板複合基礎工法の開発(その 1) - 工法概要と高耐力継手現場施工実験 - 」, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部, (2002)9, 713-714
- 4) 沖 誠一, 風間広志, 三谷 靖, 勝谷雅彦:「鋼管矢板複合基礎工法の開発(その 2) - 鋼管コンクリートおよび下部場所打ち杭の施工実験 - 」, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部, (2002)9, 715-716
- 5) 大久保浩弥, 水谷慎吾, 宮川昌宏, 谷 和男:「鋼管矢板複合基礎工法の開発(その 3) - 高耐力継手のせん断性能 - 」, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部, (2002)9, 717-718
- 6) 南部俊彦, 大久保浩弥, 佐藤純哉, 古荘伸一郎:「鋼管矢板複合基礎工法の開発(その 4) - 複合杭の曲げ性能 - 」, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部, (2002)9, 719-720
- 7) たとえば, 耐震杭協会:「KKTB 場所打鋼管コンクリート杭」
- 8) (財)土木研究センター:「土木系材料技術・技術審査証明 報告書 内面リブ付鋼管巻き場所打ち杭「NKTB 杭」」, (2000)12
- 9) 片山 猛, 森川孝義, 吉田 映, 平田 尚:「鋼管矢板基礎における高耐力継手の実験的研究」, 土木学会第 49 回年次学術講演会講演概要集 第 3 部 (B), (1994)9, 1018-1019
- 10) (社)日本道路協会:「鋼管矢板基礎設計施工便覧」, (1997)12
- 11) 建設省土木研究所 構造橋梁部基礎研究室:「矢板式基礎の設計法(その 1)」, 土木研究所資料, 第 1175 号, (1977)2
- 12) 土木学会コンクリート委員会コンクリート標準方書改定小委員会:「コンクリート標準方書 [設計編]」, (1996)