

# Kui Taishin-SSP 工法の概要および施工事例

## —パイルベント橋脚の耐震補強—

岩 本 靖

Kui Taishin-SSP 工法は、圧入鋼板巻立てによる耐震補強工法である。既設構造物直下の厳しい制約条件下において、安価で、景観を大きく変えず、河積阻害に対しても最小限で、さらに供用しながら施工ができる。平成 11 年より独立行政法人土木研究所が実施している官民共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究」の一工法として研究・開発した工法である。

本稿は、Kui Taishin-SSP 工法の概要および施工事例について報告するものである。

キーワード：パイルベント橋脚，耐震補強，鋼板巻立，圧入，工費縮減，工期短縮

### 1. はじめに

パイルベント橋脚は、昭和 30 年～40 年代に経済性、施工性に優れ、河積阻害率が小さい等の理由から全国各地に築造された。しかし、平成 8 年の道路橋示方書改訂で基礎構造物においても耐震性能を有することが規定されたことから、その耐震性が問題となっている。現在のところパイルベント橋脚の補強方法は増し杭による事例があるが、制約条件の厳しい場合には施工性・経済性の面から適用することは困難な状況にある。そこで、景観を大きく変えず、河積阻害率も小さく、施工性・経済性に優れた耐震補強工法として Kui Taishin-SSP (Super Strengthening Pile Bents) 工法(以下、SSP 工法)が開発された。

本工法は、独立行政法人土木研究所が実施した官民共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究」(平成 11 年～13 年)において研究・開発された工法であり、国土交通省により「平成 21 年度準推奨技術(新技術活用システム検討会議(国土交通省))」(登録No. KT-000101-V)として選定された。

本稿は、SSP 工法の概要を述べるとともに、施工事例を報告するものである。

### 2. SSP 工法の概要

SSP 工法は図-1 に示すとおり、補強鋼板を既設杭に巻立て、圧入装置により圧入し、既設杭と補強鋼板の隙間に水中不分離型無収縮モルタルを充填し、補強鋼板を既設杭と一体化することによってその耐震性

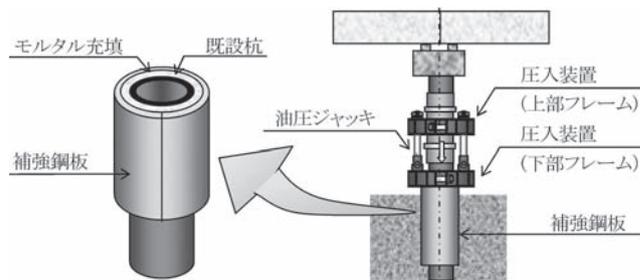


図-1 工法概要

能の向上を図る工法である。

本工法の特徴は、次のとおりである。

- ①大規模な仮締切りが不要であり、経済性に優れる。
- ②狭い梁下空間での施工性に優れる。
- ③河積阻害率を大きく変えない。
- ④既設橋を供用しながら耐震補強工事を実施できる。
- ⑤フーチングを構築する必要がない。
- ⑥低騒音・低振動で環境にやさしい。
- ⑦景観を大きく変えない。

本工法の適用範囲を、表-1 に示す。

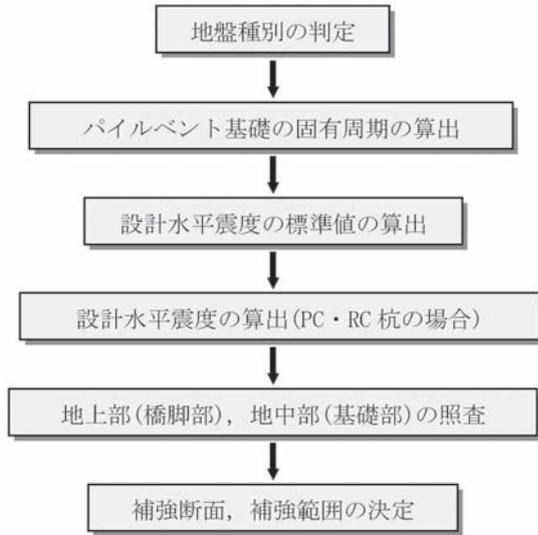
表-1 適用範囲

既設杭径	φ 300 ~ φ 1500 mm
既設杭種	鋼管杭, PC 杭, RC 杭, PHC 杭
梁下空間	2.5 m 程度 確保できない場合は施工基面を掘り下げ、簡易仮締切等により対応
施工ヤード	最小 70 m <sup>2</sup> 程度
土質条件	有機質土, 粘性土, シルト, 砂質土, 礫質土

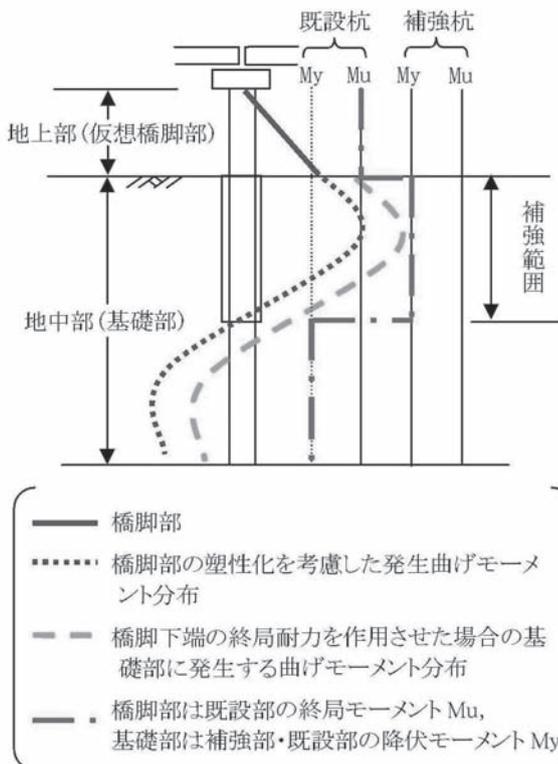
### 3. SSP 工法の設計方法

パイルベント橋脚は、複数本の杭を1列に打ち込み、杭頭をつなぎ梁で連結することにより一体化し、上部構造からの荷重を杭のみで支持する構造形式である。

このような構造形式の場合、通常の杭基礎のように橋脚部と基礎部を明確に区分できず、レベル2地震時に対する照査において、塑性ヒンジの発生箇所を特定できない。



図一2 耐震設計フロー



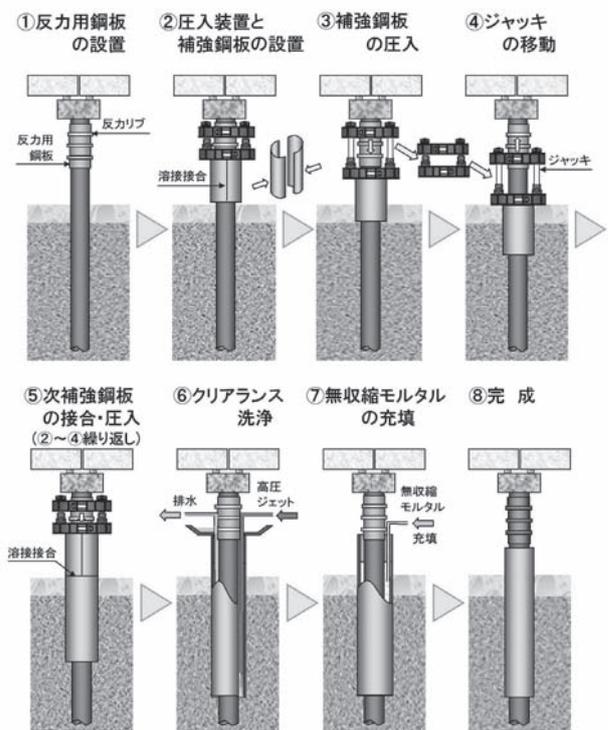
図一3 曲げモーメント分布と補強範囲

そこで、おおむね地盤面より上方の位置に補強開始点を設け、その位置で杭体に耐力差を生じさせることにより、塑性ヒンジ位置を設けることができる。

SSP工法は設計上、補強開始位置を境に上側を橋脚部、下側を基礎部と考え、必要な範囲まで補強する。SSP工法を適用した場合のパイルベント橋脚における橋軸方向の耐震設計フローを図一2に、曲げモーメント分布と補強範囲の関係を図一3に示す。

### 4. SSP 工法の施工順序

SSP工法の施工順序を図一4に示す。



図一4 施工順序

#### (1) 反力用鋼板設置

補強鋼板の圧入反力を伝達させるための反力用鋼板を既設杭に設置する。二つ割りした反力用鋼板を設置・溶接し、既設杭と反力用鋼板の隙間にエポキシ樹脂を注入して固定する。

#### (2) 圧入装置

圧入装置は、圧入力 245 kN、ストローク 700 mm の性能を有するジャッキを4本装備し、その本体は上・下部フレームが各々二分割される構造で総重量は約 1.3 t である。圧入装置の組み立ては専用の吊り治具を利用して行い、横締めジャッキにより反力用鋼板の反力リブに固定する。

### (3) 簡易仮締切設置

施工場所が梁下から水位まで 2.5 m 以上確保できない場合には、簡易仮締切を設置し、締切内の水位を必要な分水位低下させることにより作業空間を確保する。締切鋼板は分割された鋼板に止水ゴムを挿み、ボルト締めして、先に設置した圧入装置により所定の深さまで圧入する。

締切鋼板の形状は既設杭の間隔等にも影響されるが、一般的には補強鋼板の組立・溶接などの作業スペースを考慮し、杭表面から 1 m 程度確保する(写真-1)。写真に示す形状は小判型である。

### (4) 補強鋼板設置, 圧入

補強鋼板のロット長は、桁下作業空間を考慮して一般的には 1 m とすることが多い。

二つ割りした補強鋼板を設置・溶接し、圧入装置により圧入する(写真-2)。

圧入はウォータージェット併用で行い、補強鋼板内の土砂を除去しながら行う。土砂は補強鋼板上端から泥水として排出され、仮締切内に設置した水中ポンプにより地上の泥水処理装置へ送られ処理する。

補強鋼板の圧入反力は上部工およびつなぎ梁の死荷重、杭の摩擦力である。

### (5) クリアランス洗浄

圧入完了後、既設杭と補強鋼板の間に付着・浮遊している土砂等の洗浄・除去を、圧入時に使用していたウォータージェットのノズルを横向きに変更し行う。洗浄完了後、水中カメラにて洗浄状況の確認を行う(写真-3)。

### (6) モルタル充填

モルタルは、プレミックスタイプの高流動水中不分離型無収縮モルタルを用いる。練り混ぜは地上で行い、ポンプ圧送にて補強鋼板下端より充填する。充填完了後、天端の仕上げを行う(写真-4)。

### (7) 完成

SSP 工法完了後、橋脚の環境に応じて、防食を行う。写真に示す橋脚は重防食塗装を実施し、変位を抑えるために SSP 工法とトラスを併用して耐震補強を行った事例である(写真-5, 6)。

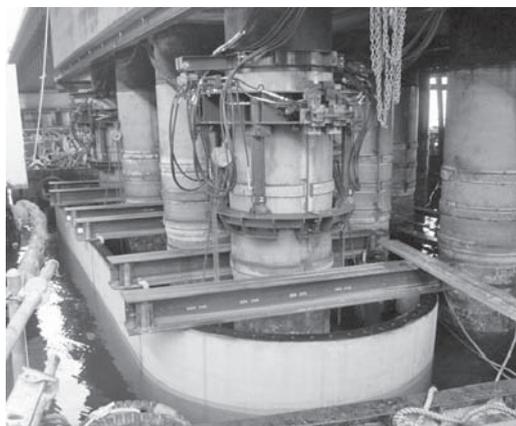


写真-1 簡易仮締切



写真-2 補強鋼板圧入

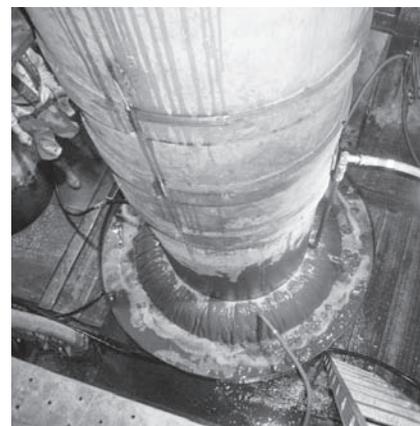


写真-3 クリアランス洗浄



写真-4 モルタル充填



写真-5 施工前写真



写真-6 完成写真

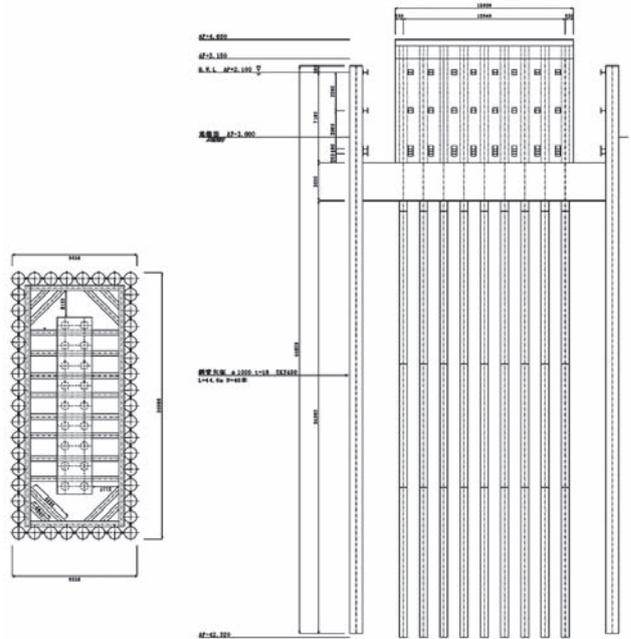
### 5. SSP 工法の施工事例

SSP 工法が採用された特徴的な施工事例を以下に示す。

#### (1) 梁下空間が少ない橋脚の施工事例

本橋は写真一七に示すように多柱式基礎で梁下空間が満潮時で約 1m と少ない条件で施工を行った事例である。他工法と施工性・経済性について比較検討され、SSP 工法が採用された。SSP 工法の施工概要を図一五に、比較工法の概要を図一六に、工法比較表を表一二に示す。

9 本 2 列の多柱式基礎を  $\phi 5.5\text{m}$  の簡易仮締切を用いて杭 6 本を同時に締切り、施工を行った(写真一八)。



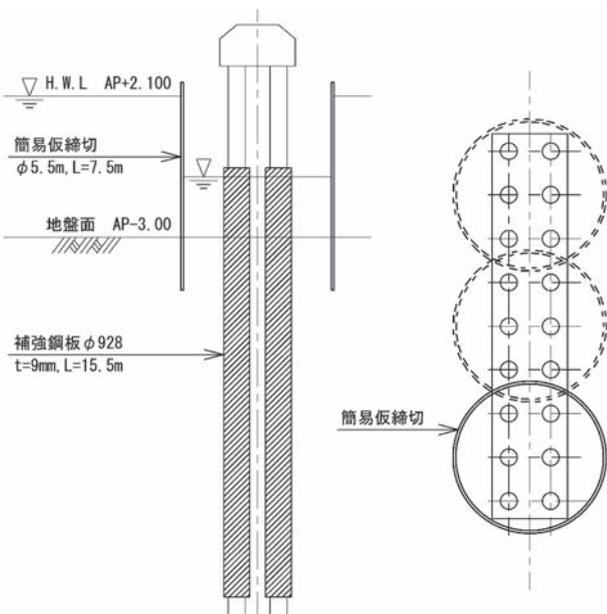
図一六 比較工法概要（鋼管矢板工法）



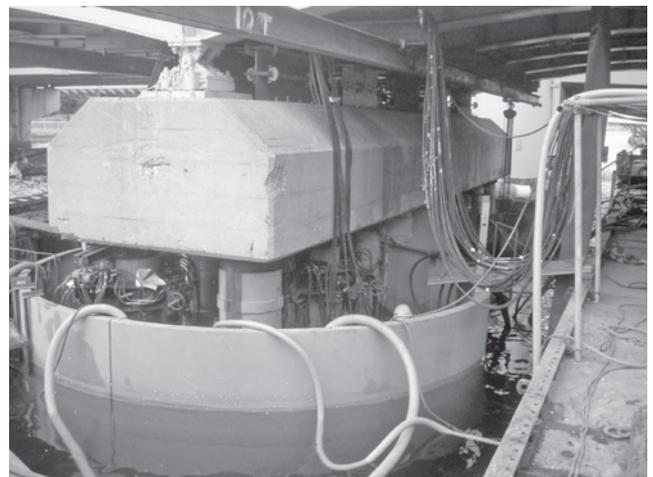
写真一七 完成状況（多柱式基礎）

表一二 工法比較

項目	SSP 工法	鋼管矢板工法
概要	SSP 工法は、既設杭に鋼板を巻き立てて、圧入装置により所定の深度まで圧入し、モルタルにより既設杭と一体化する。	鋼管矢板工法は、既設杭周囲に鋼管矢板を立て込み、仮締切として併用した上でフーチングにより既設パイルベント橋脚と一体化する。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡易仮締切を使用し、河積阻害率を最小限にできる。</li> <li>3m 程度の桁下空間で施工が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>桁下空間での杭打設のため、杭ロット長が短く、特殊機械が必要である。</li> <li>河積阻害率が大きい。</li> </ul>
工事費比率	1.00	2.63
評価	○	×



図一五 施工概要（多柱式基礎）



写真一八 施工状況（多柱式基礎）

## (2) 跨道橋の施工事例

本橋は写真—9に示すように国道にかかる跨道橋で、国道の通行規制ができないという条件で施工を行った事例である。鋼矢板による土留め+増し杭増しフーチングによる従来の補強方法（以下、従来工法）では、補強・施工範囲が国道におよんでしまうため、狭隘地で施工可能なSSP工法が採用された。

SSP工法は補強構造も鋼板を巻立てるだけであり、作業ヤードも補強対象となる杭表面から1m程度確保することにより施工が可能であるため、国道を占有することなく施工を行った（写真—10）。



写真—9 完成状況（跨道橋）



写真—10 仮設状況（跨道橋）

## (3) 水管橋の施工事例

本橋は道路橋ではないがライフラインとして重要な水管橋の耐震補強を行った事例である。従来工法では、重機や資機材を運搬するために仮架橋が必要であり工費・工期ともに課題があったため、簡易な仮設で施工可能なSSP工法が採用された（写真—11）。

SSP工法で使用する圧入装置や補強鋼板は分割されており、小型・軽量であるため組立式フロートを設置することにより施工を行った（写真—12）。



写真—11 完成状況（水管橋）



写真—12 施工状況（水管橋）

## 6. おわりに

パイルベント橋脚の耐震補強にSSP工法を採用することによって、従来工法では既設構造物直下の厳しい制約条件下等で施工性・経済性が課題となっていた橋脚に対して、耐震補強を行うことができるようになった。

SSP工法は平成13年の初採用以来、現在51件の施工実績がある。今後もパイルベント橋脚の耐震補強の必要性は高くなっていくことから、より一層の研究開発を図り、社会資本ストックの長寿命化に貢献していきたいと考える。

JICMA

### 【筆者紹介】

岩本 靖（いわもと おさむ）  
オリエンタル白石㈱  
施工・技術本部土木技術部  
メンテナンス技術チーム

