

Kui Taishin—SSP 工法によるパイルベント橋脚の耐震補強

いそづ —磯津橋—

名古屋支店 土木工事部 篠田泰伸

概要：パイルベント橋脚の耐震補強として、既設構造物直下等の厳しい制約条件下において、経済的で景観を大きく変えず、流水阻害に対しても最小限である、SSP 工法が開発された。本稿では、「SSP 工法」の概要を述べるとともに、本工法により施工した、石原南五味塚線（磯津橋）橋梁整備工事について紹介する。

Key Words：SSP 工法、パイルベント橋脚、耐震補強、補強鋼板、柱状体圧入補強

1. はじめに

パイルベント方式の橋脚は、昭和 30～40 年代に、経済性と施工性さらに河川阻害率が小さいなどの理由から全国で数多く作られた。これらの橋は、老朽化も進んでいるが、兵庫県南部地震後の道路橋示方書の改訂により、通常の基礎杭に比べると耐力、剛性が小さく、耐震性に問題がある構造と指摘されている。

従来のパイルベント橋脚の補強では、増し杭フーチング方式などによる施工例があるものの、道路橋示方書の改訂により地震時保有水平耐力法による耐震設計をした場合、大規模な補強となる。さらに、水上で、かつ、桁下の作業という空頭制限が厳しく施工が困難で、施工コストも高額となるため、ほとんど対応されていないのが現状である。

そこで、既設構造物直下等の厳しい制約条件下において、施工性に優れ、経済的なパイルベント橋脚の耐震補強技術として「Kui Taishin—SSP (Super Strengthening Pile Bents) 工法」(以下、SSP 工法)が開発された。この工法は、平成 11 年度から平成 13 年度にわたり、独立行政法人土木研究所、財団法人先端建設技術センターおよび民間 12 社との官民共同研究「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・開発された工法である。

本稿では、「SSP 工法」の概要を述べるとともに、本工法により施工した、石原南五味塚線（磯津橋）橋梁整備工事について紹介する。

2. 石原南五味塚線（磯津橋）橋梁整備工事の概要

磯津橋は、石原南五味塚線中の鈴鹿川河口より上流 1 km の位置に架かり、上部構造形式が単純鋼床版鈹桁と下部構造形式が鋼製杭パイルベント橋脚からなる、橋長 295.2m の橋梁である。

昭和 37 年 3 月からの供用開始後 44 年が経過した。老朽化かつ耐震性に問題がある構造であることから、補強鋼板を既設杭に巻き立て、充填コンクリートにより既設杭と一体化することによってその耐震性能の向上を図り、施工性、経済性に優れた本工法が選定された。



篠田泰伸

磯津橋の概要を以下に示す。

- ・工事名：石原南五味塚線（磯津橋）橋梁整備工事
- ・発注者：四日市市
- ・工事場所：三重県四日市市塩浜地内
- ・工期：平成18年6月30日～平成19年3月26日
- ・橋長：295.2m
- ・幅員：6.6m
- ・上部構造：単純鋼床版鈹桁
- ・下部構造：鋼製杭パイルベント橋脚



着工前状況を写真-1に示す。

一般図を図-1，図-2に示す。

写真-1 着工前状況

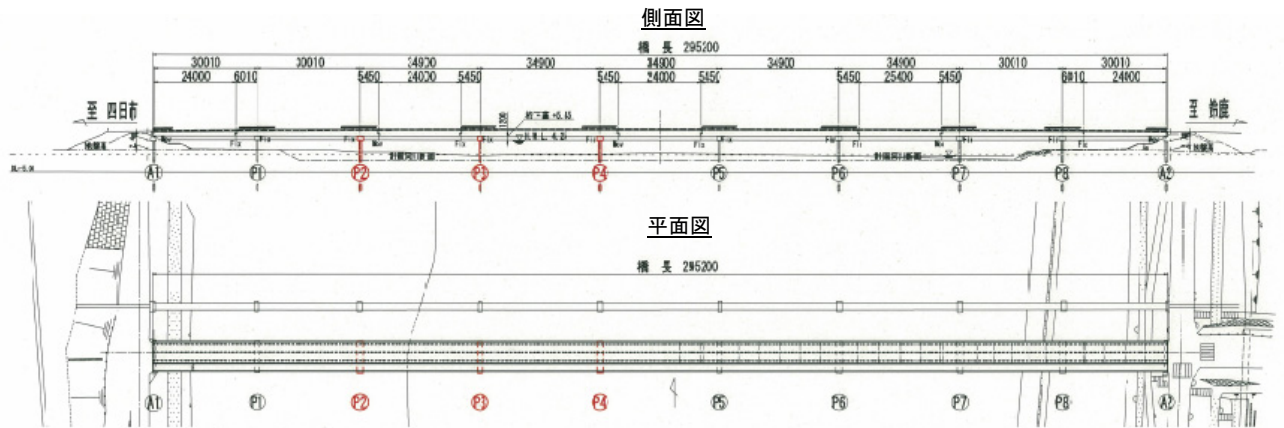


図-1 磯津橋一般図

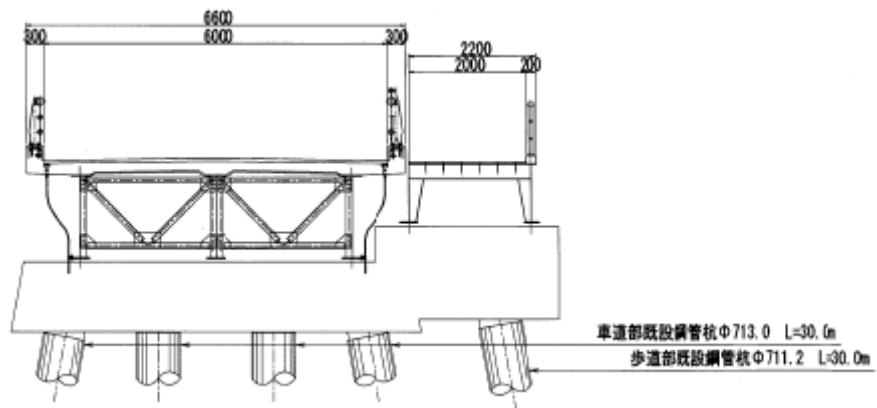


図-2 P2, P3, P4 橋脚断面図

今回、施工対象となる P2, P3, P4 橋脚は、外径 713.0mm の鋼管杭 4 本と外径 711.2mm の鋼管杭 1 本を使用したパイルベント形式の橋脚である。その鋼管杭は、通常の基礎杭に比べると耐力、剛性が小さく、また干満帯に位置する厳しい腐食環境のもと老朽化していることもあり、SSP 工法による補強工事を実施するに至った。

3. SSP工法の概要

SSP工法とは、既設杭の地上部にて2分割された反力用鋼板を溶接しエポキシ樹脂を注入接着して既設杭に固定する。次に圧入装置を設置し、2分割された補強鋼板を溶接により巻き立て、所定の深度まで補強鋼板を継ぎ足しながら圧入する。圧入完了後、補強鋼板と既設杭との空隙を洗浄して、水中不分離型コンクリートを充填し既設杭と一体化することによってその耐震性能の向上を図る工法である。

工法概要図および圧入装置を図-3、写真-2に示す。

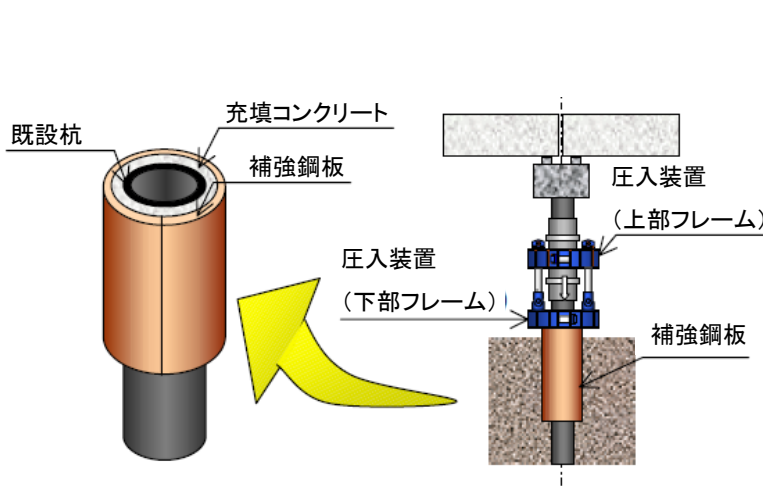


図-3 工法概要図



写真-2 圧入装置

SSP工法の適用範囲を表-1に示す。

表-1 SSP工法適用範囲

既設杭	杭径：φ300～φ1500mm 杭種：鋼管杭，PC杭，RC杭，PHC杭 斜杭対応可能
必要な施工ヤード	<p>最小梁下空間：梁下より2.5m～3.3m 確保できない場合は、 施工基面の掘り下げ、 簡易仮締切により対応 する。</p> <p>約2.5m</p> <p>掘り下げ</p> <p>水中ポンプ</p> <p>簡易仮締切鋼板</p> <p>施工ヤード：陸上施工 最小70㎡程度 水上施工 設備を台船上に設け施工</p>
土質条件	礫質土（最大礫径が既設杭と補強鋼板の間より小さい） 砂質土，シルト，粘性土，有機質土 液状化地盤対応可能

SSP工法の特徴は以下のとおりである。

- ① 既設橋脚を供用しながら安全に耐震補強工事を実施できる。
- ② フーチングおよび大規模な仮締切りが不要で、経済性に優れる。
- ③ 圧入装置が小さいため、狭い桁下空間でも施工性に優れる。
- ④ 施工中・施工後ともに河川阻害率を大きく変えない。
- ⑤ 補強後の景観を大きく変えない。
- ⑥ 圧入装置による補強鋼板の圧入沈設であるため、騒音や振動が少ない。
- ⑦ 軟弱地盤から砂礫地盤（礫径に制限有り）等まで幅広い地盤での施工が可能である。
- ⑧ 補強開始位置を調節することで、つなぎ梁部と杭基礎部を同時に補強することが可能である。

4. 施工方法

4.1 施工順序

図-4に磯津橋橋脚補強構造図と土質柱状図および図-5に施工順序図を示す。

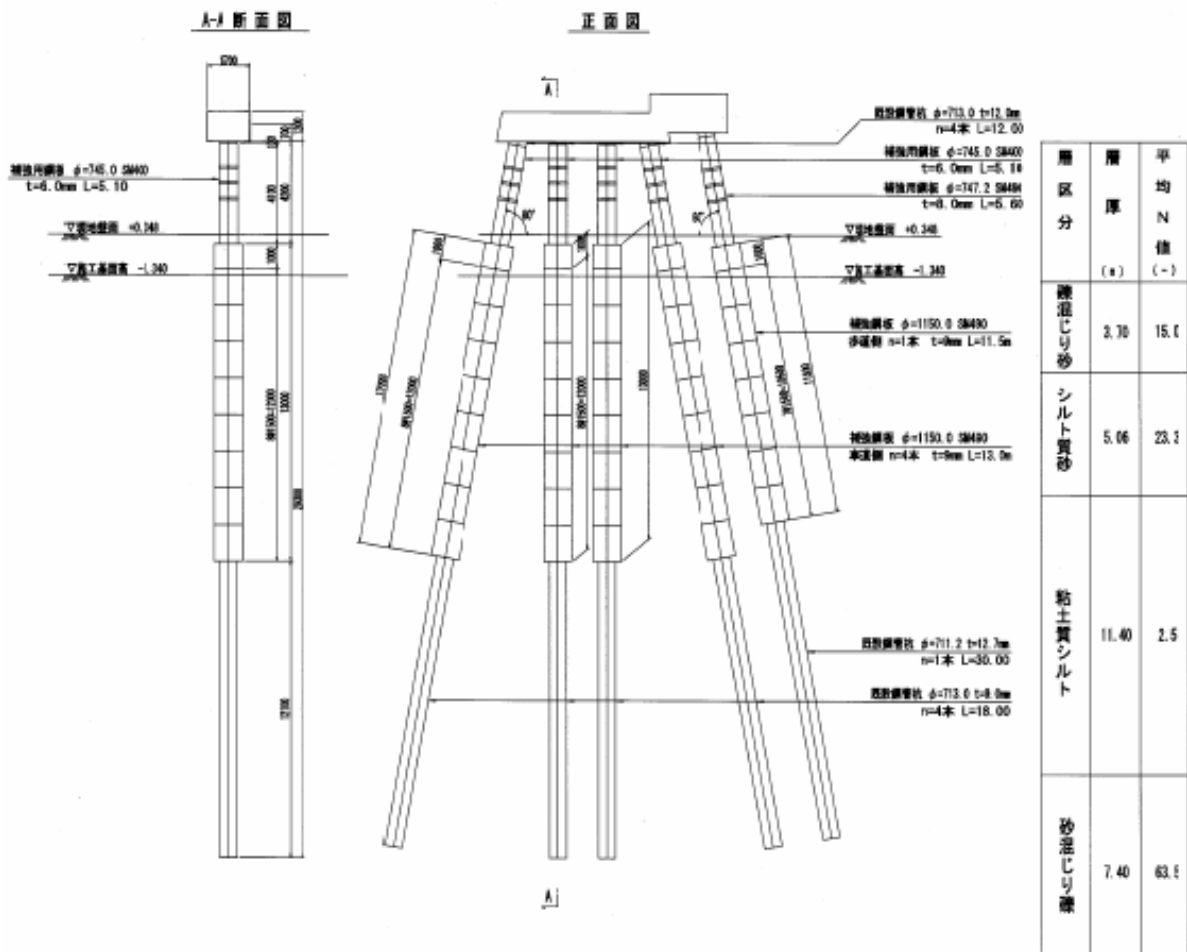


図-4 橋脚補強構造図・土質柱状図

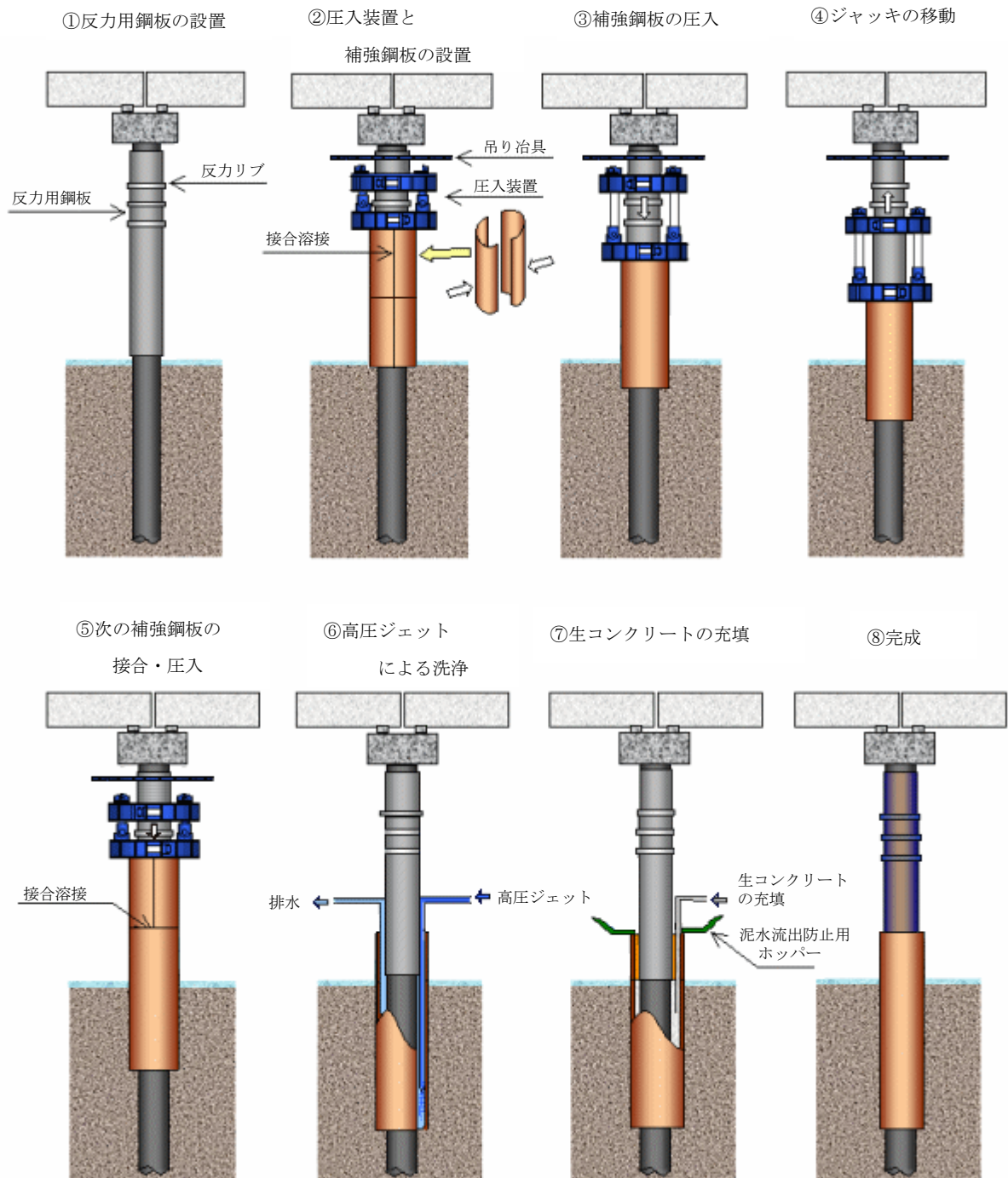


図-5 施工順序図

①反力用鋼板の設置

反力用鋼板の設置は既設杭の所定の位置に2分割した反力用鋼板を取り付け、継手を現場溶接して円筒形に仕上げ、反力用鋼板と既設杭との空隙にエポキシ樹脂を注入接着して一体化とし、圧入時の反力体とする。

反力用鋼板の設置に先立ち、取付面のケレン・清掃を行う必要がある。

反力鋼板を写真-3に示す。



写真-3 反力用鋼板

② 圧入装置と補強鋼板の設置

圧入装置は、最大圧入力 245kN、ストローク 700mm の油圧ジャッキを 4 本装備し、上下部フレームが各 2 分割される構造である。圧入装置の組立は、横締めジャッキにより反力鋼板の反力リブにチャッキングする。

補強鋼板のロッド割は、一般的には 1.0m とすることが多いが、桁下空間、施工性、経済性等を考慮して 1.5m とする。補強鋼板は、据付地盤を地下水の影響がない高さに設定する必要があるため、施工基面を掘り下げ、ポンプアップにより水位を低下させ作業空間を確保し陸上部で取り付ける。

圧入装置を写真-4 に示す。

補強鋼板を写真-5 に示す。



写真-4 圧入装置



写真-5 補強鋼板

③ 補強鋼板の圧入

補強鋼板の圧入沈設は、対象地盤の最深部が N 値 2.5 の軟弱粘性土であるため、先端閉塞型刃口部とし、補強鋼板内の土砂を高圧ウォータージェット、エアリフトにより除去しながら行う。事前の土質資料と実際の排土とを比較するとともに、刃口部先端の位置を把握し、土質に合ったジャッキ圧入力および沈設速度を調整する。

斜杭については、沈設精度を確保するために、補強鋼板の内面に直杭と同様に既設杭との間隔を確保するためのスペーサーを取り付けるが、刃口 (1 ロット) 部をローラー付きスペーサーとする。

圧入状況を写真-6 に示す。

先端閉塞型刃口部とローラー付きスペーサーを写真-7 に示す。



写真-6 圧入状況



写真-7 先端閉塞型刃口とローラー付きスペーサー

⑥クリアランス洗浄, ⑦水中不分離型コンクリート充填

圧入沈設完了後, 高压ウォータージェットに洗浄用ノズルを取り付け, エアリフトを併用して補強鋼板内面と既設杭外面の付着物や浮遊物を洗浄, 除去する。

コンクリートは, ポンプ車圧送にて補強鋼板下端より充填する。補強鋼板上端より排出される泥水は, 地上部に設置されている濁水処理装置にて処理する。充填完了後, コテにより天端を仕上げる。

クリアランス洗浄を写真-8に示す。

コンクリート充填を写真-9に示す。



写真-8 クリアランス洗浄



写真-9 コンクリート充填

⑧完成

補強鋼板上にふっ素樹脂塗料により防食塗装する。
完成全景を写真-10に示す。



写真-10 完成全景

