

建設技術審査証明事業（一般土木工法）

概要書

In-Cap工法

(Incremental Capacity Method)

(固化改良を併用した既設橋脚基礎構造物の耐震補強工法)

審査証明書



技術名称：In-Cap工法
(固化改良を併用した既設橋脚基礎構造物の耐震補強工法)

技審証第11号

(開発の趣旨)

阪神・淡路大震災を契機に、構造物の耐震設計法が見直され（レベル2：兵庫県南部地震クラスに対応）、既設構造物の耐震補強工事が進められている。

その中で、橋脚や上部工の補強により相対的に耐力が低下した基礎、社会的要請から付加機能が追加され死荷重が増加した基礎および基礎周辺の局所洗掘・河床低下を受けた基礎などに対する補強ニーズは拡大しており、中でも大規模災害時の緊急避難指定路線に位置する橋梁などには早急な対応が必要と考えられる。

本工法の開発コンセプトは、軟弱地盤上に建設されている橋梁の杭基礎構造物のうち、現行の設計手法による照査では必要耐力を満足しないと判定される構造物の耐震補強と、過去に地震の沈孔を受け杭体の損傷が危惧される構造物の機能回復および都市内高架橋などの狭小な施工空間での耐震補強構造の確実な構築である。

本工法の開発は、既存ストックの有効活用など、将来の社会ニーズに合致した既設橋脚基礎構造物の機能向上に資することを趣旨とするものである。

(開発目標)

1. 地中壁（鋼矢板）と固化改良（高圧噴射攪拌工法）とを併用した補強構造体により確実な橋脚杭基礎の耐震補強が可能であること。

2. 狭小かつ上空制限のある施工環境で、複雑な施工工程を要さずに確立された技術で施工が可能であること。

建設技術審査証明事業（一般土木工法）実施要領に基づき、依頼のあった「In-Cap工法 - 固化改良を併用した既設橋脚基礎構造物の耐震補強工法 -」の技術内容について下記のとおり証明する。

平成 17 年 3 月 23 日

建設技術審査証明協議会会員
財団法人 国土技術研究センター

理事長 大石久和



記

1. 技術審査の結果

上記、開発の趣旨及び開発目標に照らして審査した結果、以下の通りであった。

1. 既設橋脚杭基礎構造物に対し、地中壁（鋼矢板）・固化改良・増しフーチングからなる補強構造体を設置し地震時挙動を抑制することにより、耐震性能が高められることが確認された。
2. 狭小かつ上空制限のある施工環境で、補強構造体の構築が可能であることが確認された。

2. 技術審査の前提

1. 審査の対象とする工法は、所定の適用範囲のもとで適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。
2. 施工は適正な品質管理および施工管理のもとで行われるものとする。

3. 技術審査の範囲

審査証明は依頼者より提出された開発の趣旨・開発目標に対して設定した確認方法により確認した範囲とする。

4. 技術審査の詳細

(別添)

5. 審査証明書の有効期間

審査証明日～平成 22 年 3 月 22 日

6. 依頼者

株式会社 白石 (東京都千代田区丸の内 2 丁目 4 番 1 号)
日持建設株式会社 (東京都中央区銀座 8 丁目 14 番 14 号)
不動産株式会社 (東京都中央区日本橋小網町 6 番 1 号)

平成 17 年 3 月

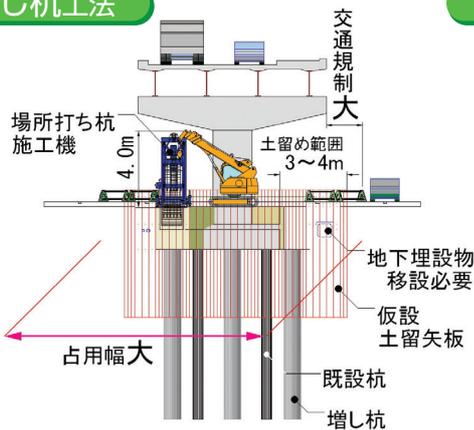
建設技術審査証明協議会会員
財団法人 国土技術研究センター (JICE)

技術（工法）の概要

In-Cap工法（Incremental Capacity Method の略称）は、耐震補強が必要な橋梁等の杭基礎をより小さな作業スペースで耐震補強するための工法です。

橋梁の杭基礎等の基礎構造物は、地震後の交通路を確保する上で耐震補強の必要性が非常に高くなっていますが、従来の工法では仮設土留めにかかる範囲が大きく大がかりな工事となるため、耐震補強がなかなか進んでいないのが現状です。

増し杭工法



In-Cap工法

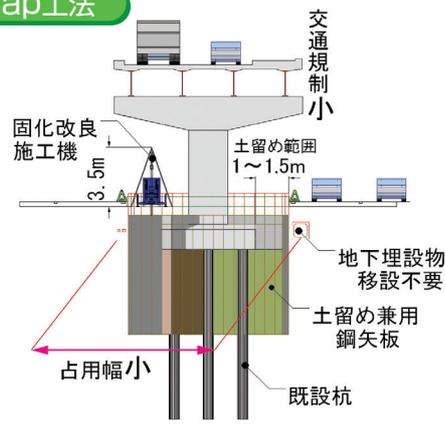


図-1 施工状況比較（左：増し杭工法 右：In-Cap工法）

本工法は、軟弱地盤上に建設されている橋梁の杭基礎、中でも、都市内高架橋等の狭隘かつ上空制限のある厳しい施工環境に対して、補強対象構造物や近接構造物にほとんど影響を与えることなく施工が可能であり、従来の工法では耐震補強が困難と考えられていた杭基礎の耐震補強に用いることが出来ます。

本工法は、以下に示す三つの要素で構成される補強構造体と、既設杭基礎を一体化することにより耐震補強を行います。

- 既設杭基礎のフーチング近傍を取り囲む地中壁（鋼矢板）
- 地中壁（鋼矢板）内部地盤の固化改良体（高圧噴射攪拌工法：セメント改良）
- 既設フーチングと地中壁（鋼矢板）を一体化する増しフーチング

この補強構造体によって、以下に示すメカニズムにより既設橋脚杭基礎の地震時の耐力を向上させます。

- 周辺地盤との接地面の増加に伴う前面抵抗及び周面摩擦抵抗の増大による水平・回転変位の低減
- 変位の低減および固化改良体の拘束による杭体に作用する押し込み・引き抜き力と曲げモーメントの低減

以上の低減効果が複合的に発揮され、所要の耐震性能を確保します。

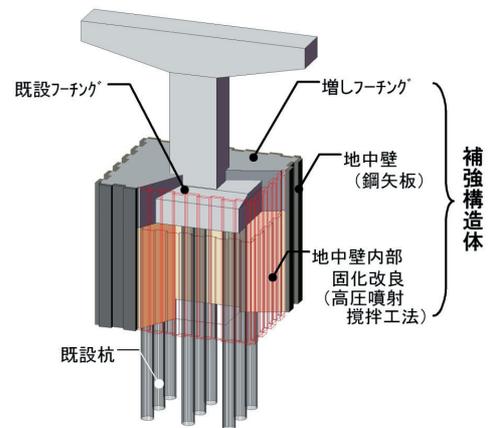


図-2 In-Cap工法 構造概要図

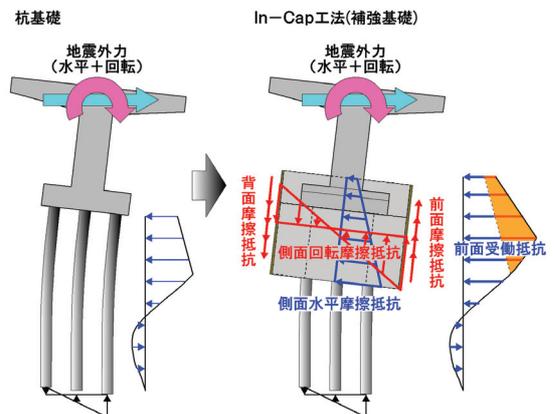


図-3 補強メカニズム

技術審査の結果の概要

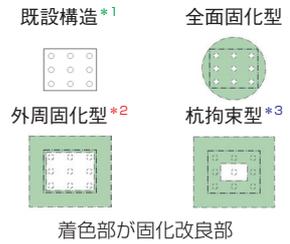
開発目標 1

地中壁（鋼矢板）と固化改良（高圧噴射攪拌工法）とを併用した補強構造体により確実な橋梁杭基礎の耐震補強が可能であること。

基礎の水平・回転変位が低減し、橋梁杭基礎の地震時耐力が向上することを、以下に示す二点について、遠心载荷模型（1/50縮小模型）を用いた静的水平载荷実験により確認しました。

- ① 载荷荷重（水平震度）に対する水平変位の低減（図-4）
- ② 杭体に発生する応力の低減（図-5）

実験ケース（平面図）



① 水平震度（荷重）～水平変位関係

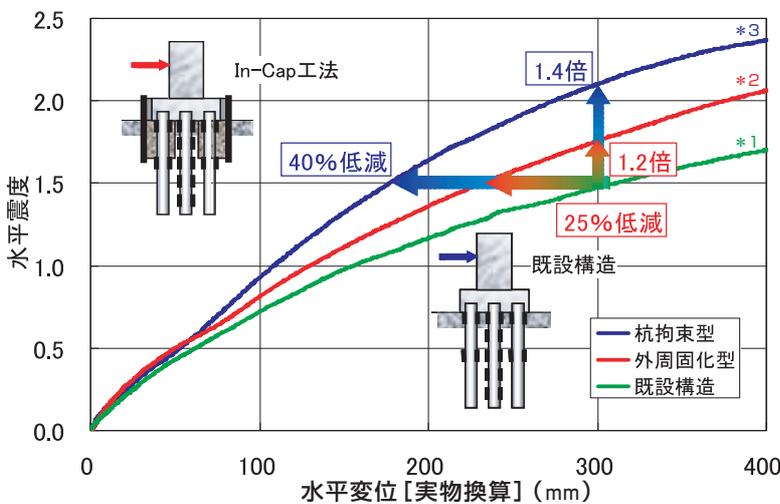


図-4 水平震度（荷重）～水平変位関係図

② 杭体の発生曲げモーメント

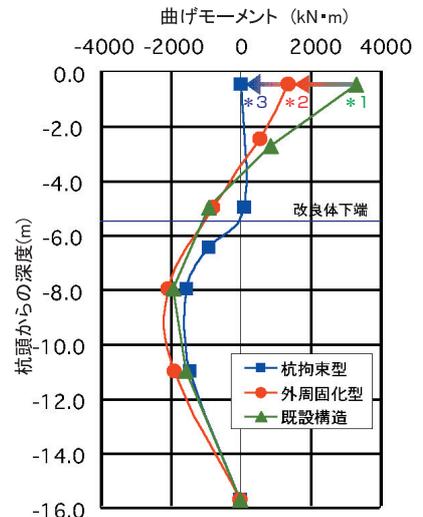


図-5 杭体の発生曲げモーメント図

また、実験結果に基づいて構築した二次元バネフレーム+FEMによる数値解析モデル（設計に適用）により補強効果を確認しました。

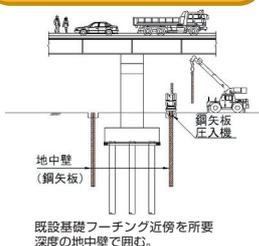
開発目標 2

狭隘かつ上空制限のある施工環境で、複雑な施工工程を要せずに確立された技術で施工が可能であること。

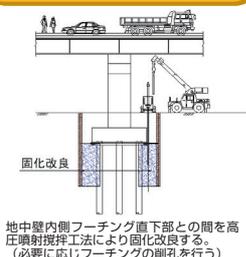
狭隘かつ上空制限のある施工環境で、補強構造体の確実な構築が可能であることを、施工計画検討および実施工により確認しました。

施工計画検討においては、従来工法である増し杭工法と施工性の比較検討を行い、In-Cap工法は、より狭い作業スペースで、しかも低い上空空間で施工可能で、施工工程もより簡単であることを確認しました（図-1）。また、実施工により、確実な施工が可能であること、固化改良体が所要の品質を確保することを確認しました。

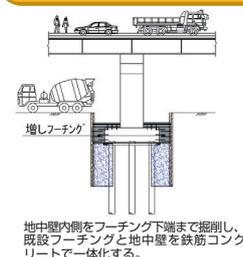
① 地中壁工（鋼矢板圧入工）



② 固化改良工



③ 増しフーチング工（掘削・躯体構築工）



④ 復旧工

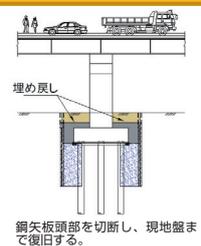
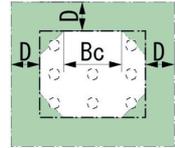


図-6 In-Cap工法の施工手順

技術（工法）の適用範囲

- (1) 固化改良体の配置型式の選定は、壁厚Dと壁スパンBcの比率D / Bc を1 / 2以上とすることを条件とします。また、既設建造物の要求性能に応じて適切な固化改良体配置型式を選定する必要があります。
- (2) 液状化が生じると判定される地盤で、地震時に期待できる地盤反力が設計上ゼロとなるような地盤に対しては、補強メカニズム上効果が発揮されにくいいため、適用に留意が必要です。
- (3) 固化改良体下面の地盤が液状化や圧密沈下の可能性があり、固化改良体の自重が付加鉛直荷重として作用する懸念がある場合は、それを考慮した設計が必要です。
- (4) 本工法の施工上の制約条件は、上空制限高さ3.5m以上で、補強構造体の固化改良対象部分に被圧帯水層が存在しないこととします。



$(D/Bc) \geq (1/2)$
ここで、D：壁厚 Bc：壁スパン
(例：外周固化型ハンチタイプ)
固化改良体の配置形式

技術（工法）の特徴

1. 狭隘かつ上空制限のある施工環境に対応した施工が可能

- 補強構造体外寸は増しフーチング構築に最低限必要な範囲で済み、かつ、地中壁（鋼矢板）を仮設土留め壁として兼用できるので、施工時の占用範囲を小さくできます。
- 三点式杭打機等の大型の施工機械が入らない狭隘かつ上空制限のある施工環境でも、小型軽量機械を用いるため、施工が可能です。

2. 補強対象構造物、近接構造物および周辺地盤への影響が小さい

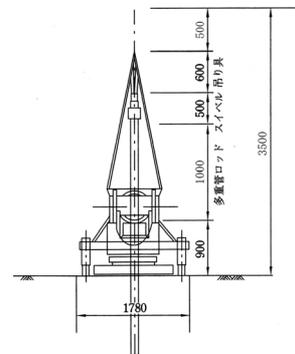
- 補強構造体の構築は、低騒音・低振動工法（鋼矢板工）や変位抑制工法（固化改良工）として確立された技術・工法を用いるので、施工時に発生する、補強対象構造物や近接構造物および周辺地盤への騒音・振動・変位等の影響がほとんど生じません。

3. 確実な施工が可能

- 鋼矢板圧入、固化改良および躯体構築は、確立された技術であるため確実に施工が出来ます。
- 支持地盤の深さに依存しないため、支持層が深い場合、増し杭工法等と比較して工期的に有利となる可能性があります。



施工状況（左：鋼矢板圧入工 右：固化改良工）



噴射攪拌工法施工機
(上空制限対応：3.5m)

依頼者

株式会社 白石	〒100-6309	東京都中央区丸の内2丁目4番1号
日特建設株式会社	〒104-0061	東京都中央区銀座8丁目14番14号
不動建設株式会社	〒103-8543	東京都中央区日本橋小網町6番1号

技術内容及び報告書の入手に関するお問合せ先

報告書（技術審査の詳細）の入手を希望される方は下記までお問合せ下さい。

法人名 不動建設株式会社
部署 土木事業本部 技術部
住所 〒103-8543 東京都中央区日本橋小網町6番1号
TEL 03-5644-8565 FAX 03-5644-8528