

SNGE ジャーナル

(Shin Nippon Giken Engineering Co.,LTD)

発行 No.1

補修・補強の事例 - 1

パイルベント式橋脚の補強



さしみばし パイルベント式橋脚の補強設計（差海橋・高耐力マイクロパイル）

平成9年度 補強設計

概要

本橋は一般国道9号に昭和39年に建設された橋長40.6mの道路橋である。上部工は単純プレテンション方式床版橋3連から成り、橋脚は鋼管杭のパイルベント式で建てられた。

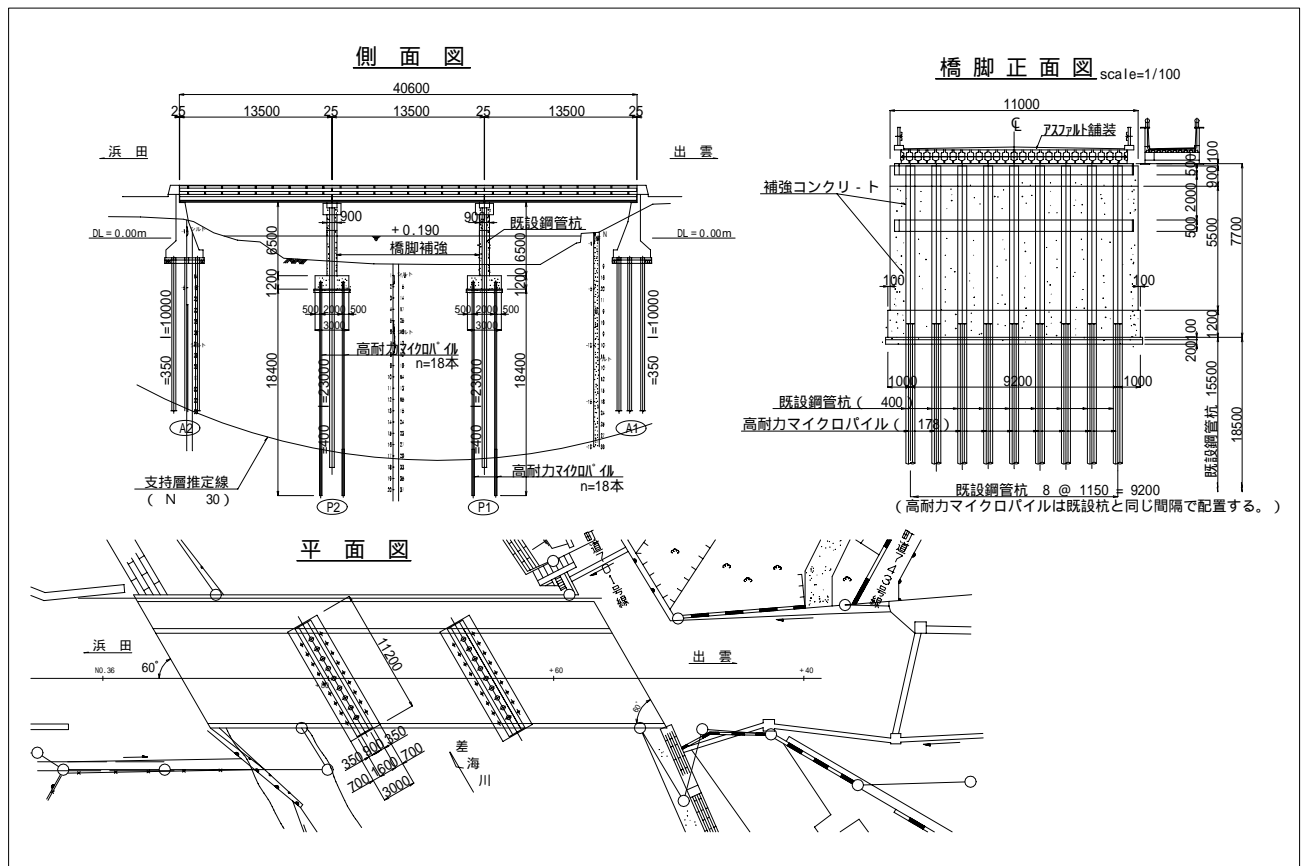


図 - 1 差海橋一般図(補強後)

この形式の橋脚は剛性が弱いため、地震時に橋脚頭部の水平変位が大きく、桁の支承が橋脚から脱落して落橋に至りやすい。本橋と同時期に建設された新潟県の昭和大橋(単純合成鉄桁・鋼管杭パイルベント式橋脚)は昭和39年の新潟地震でバタバタと落橋したことは、よく知られている。

このため本業務で、巨大地震時においても落橋という事態には至らないように本橋の耐震対策を検討し補強設計を行った。



写真 - 1 新潟地震による昭和大橋の落橋

地震動もさることながら、地盤が液状化して河岸の地盤が流心部に向かって流動したため、パイルベント橋脚が押し曲げられ、支承が外れて落橋に至った、と考えられる。

1．橋脚の補強前の状況（パイルベント形式：鋼管 $\phi 400 \times 8\text{mm}$ ）

- ・鋼製の沓座拡幅（支承線直角方向に 20cm）が行われているが、鋼材の腐食が著しい。伸縮継手部からの漏水が原因と考えられる。
- ・橋脚鋼管は全体的に塗装の劣化が進行していた。特に上流側から 4 本目の鋼管は腐食が著しい。
- ・枕コンクリートには特に目立つひび割れ等の損傷は生じていなかった。



写真 - 2 補強前の橋脚柱

2．構造上の問題点

- ・パイルベント橋脚は経済的な構造ではあるが、剛性が弱い地震動や地盤の流動化により大きな変形を起こしやすい。そのため支承が橋脚から脱落し、落橋に至る危険性が高い。
- ・鋼管の変形に伴って生じる偏心曲げが加わり、鋼管が曲げ崩壊することもあると考えられた。
- ・落橋防止構造が設置されていない。既設のアンカーボルトでは、巨大地震時の作用力に対して耐力不足である。



写真 - 3 既設の支承座の拡幅工

3．補強工法の検討

平成 7 年の兵庫県南部地震を契機とした平成 8 年の道路橋示方書改訂直後の設計で、このような既設橋の取扱い方が明確になっていなかったが、橋脚躯体は地震時保有耐力法レベルの補強を行い、基礎は震度法で対応する方針とした(結果として保耐法にも適合)。

このため、以下の補強対策が必要と考えた。

- (1) 地上部の鋼管柱の剛性を高めるため、鉄筋コンクリートで鋼管を巻き立てる。
- (2) 橋軸方向 1 列の鋼管杭基礎では震度法でも、応力、変位ともに許容値を大幅に超過するため補強を行なう。ただし、現地状況として、
 - ・河川内橋脚であり、常時 2.0m 程度の水深がある。
 - ・桁下から河床までの高さが 4.5m しかなく、施工スペースが極めて狭い。という現地状況を考慮して、次の 3 案の補強工法を選定して比較した。

場所打ち杭（リ - バス工法）

鋼矢板基礎杭工法（仮締切兼用方式）

高耐力マイクロパイル工法（高強度鋼管 $\phi 178$ 、補強鉄筋 D51）

4．比較検討結果

上記 3 案の補強工法のうち場所打ち杭(リバース杭)は、施工時のスタンドパイプ建込みがかなり難しく、その他に泥水処理の問題、および鉄筋の継手の問題（2m 程度の短い鉄筋を重ね継手で繋ぐ）等、実用上の難点が多く、現実的ではない。

また、概算工事費の比較では、若干高耐力マイクロパイル工法が安価となるが、実質的には差が無い。

施工実績では鋼矢板基礎工法が多く、施工性では高耐力マイクロパイル工法が僅かに優位である。

以上から、本業務では施工性を重視して、高耐力マイクロパイル工法を採用した。



写真 - 4 高耐力パイルの施工現場

5．高耐力マイクロパイルの概要

マイクロパイル（MP）は、杭径 300mm以下の小口径削孔杭の総称である。MPは、ボーリングマシンによって地中に小径の削孔を行い、異形棒鋼、高強度鋼管などの補強材を挿入し、周囲にグラウト（セメントミルクあるいはモルタル）を注入して築造する。わが国では主として地盤補強に用いられており、ルートパイル工法や補強土工法に用いられる補強土アンカー等がMPに該当する。

高耐力マイクロパイル（以下HMPという）は、従来のMPの技術にグランドアンカー工法で用いられている削孔技術やグラウトの加圧注入技術を取り入れ、補強材として異形棒鋼に加えて、高強度の鋼管を用いることにより、高耐力・高支持力の杭の築造を可能にしたものである。

(1) 設計面の特長

細い形状で大きな支持力が得られる。杭基礎に利用する場合には、フーチング面積が小さい。

支持力は、押し込み力と引抜き力の両方を有する。耐震補強・斜面安定・擁壁補強などに利用する場合には、引抜き抵抗力を有効に活用できる。

単杭としての支持杭利用と、群杭としての地盤補強の両方に利用できる。

(2) 施工面の特長

ボーリングマシンによる削孔なので騒音や振動が少ない。

杭径が 300 mm以下と小さい、地中障害物や既設構造物に対して影響が少ない。

施工機械が小さいため、3.5mの空頭があれば施工が可能である。

杭径が細いことから、掘削土量が少ない。

材料および施工機械が小さく運搬が容易なので、山岳地での施工にも適する。

軟弱地盤からの砂礫地盤、岩盤まであらゆる地盤での施工が可能。

(3) 施工順序

杭体に使用する鋼管の先端にビットを付けて所定の深さまで削孔する。

掘削孔内をよく水洗いする。

鋼管内に異形棒鋼を挿入。続いてグラウトホースを孔底まで挿入してグラウト注入する。

支持層との摩擦強度を高めるため、鋼管を引き抜きながらケーシング・パッカーにより加圧注入を行い、支持層の上端まで鋼管を一旦引き抜く。

定着部のグラウト中に鋼管の定着に必要な長さだけ再挿入する。

グラウトの硬化後、鋼管内に二次注入グラウトを行い、グラウトで鋼管内を充たす。その養生後、杭頭に定着板を取付ける。

フーチングの構築。

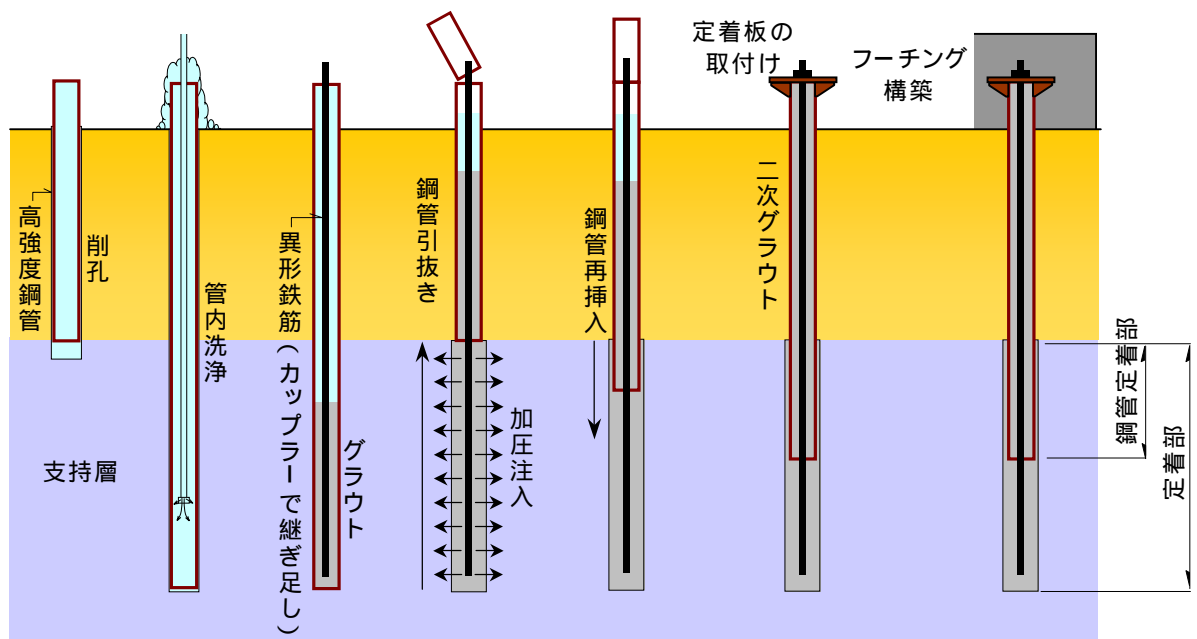


図 - 2 高耐力マイクロパイルの施工手順



削孔



高強度鋼管($\phi 178$)



孔内洗浄



補強鉄筋(D51)



- 1 補強鉄筋の挿入



- 2 グラウト注入



① 鋼管の引抜き



② 加圧注入



鋼管再挿入



フーチングの打設完了状態

橋梁技術相談室の開設

私たちは大小さまざまな橋を設計して34年、1000橋余りの鋼・PC・RC構造を手掛けました。この間、顧客の皆様の要請により、橋に関するさまざまなご相談を受けてまいりましたが、の中には、橋の設計そのものから設計基準の背景や基準の意図するところの解釈、供用中の橋の損傷や事故の原因説明、施工の問題など橋に関するあらゆる問題が含まれております。

これらの実績を踏まえると共に、皆さんから長年に亘っていただいたご愛顧に幾分でもお答えするために、この度、**橋梁技術相談室**を開設して、顧客の皆様ははじめ橋梁の建設や維持管理に関わる皆様方からの技術相談をお受けして、良質な橋梁の建設と供用中の橋の機能の維持・改善にご支援・ご協力をさせていただき、皆様のためにお役に立ちたいと考えました。

相談に関しては、前項の趣旨にかんがみ、基本的には、相談された方に負担をお願いすることはありません。また、内容によっては秘密を厳守し、相談担当が社内はもちろん、社外に漏らすことはいたしません。当社は企業理念にもありますように、絶対的中立性と秘密の保持などコンサルタントとしてのモラルを長年にわたり堅持してまいりました。これからも一筋にこの道を邁進します。安心して当社の技術相談室をご利用くださることを願っております。

相談を希望する方は以下をご参照ください。

連絡先	新日本技研株式会社 本社・業務部 安藤業務主任 (k-ando@sng.co.jp)				
	月曜日 - 金曜日 午前9時30分から午後5時まで、ただし、祝祭日は休み				
	電話 03-3453-4321 Fax 03-3453-4325				
相談担当	当社・会長	佐々木 道夫	技術士	工学博士	橋梁業務経験 51 年
	当社・技術顧問	高尾 孝二	技術士	工学博士	橋梁業務経験 46 年
	当社・技監	倉方 慶夫	技術士	工学博士	橋梁業務経験 40 年
必要があれば、担当者の業務経歴等もお知らせいたします。 相談内容によっては、他の専門家が担当することもあります。 また、相談は電話や電子メールでも結構ですが、内容によっては面談や現地に出張してお受けします。					

SNGEジャーナル バックナンバー

No. 1	...	パイルベント式橋脚の補強	補修・補強-1	2001 年 10 月発行
No. 2	...	縦置き 型鋼格子床版を有する 10 径間連続・活荷重合成 2 主鈑桁橋	新工法-1	2002 年 2 月発行
No. 3	...	縦置き 型鋼格子床版を有する少数主桁橋	新工法-2	2002 年 2 月発行
No. 4	...	たぬき掘りによる杭基礎の補強	補修・補強-2	2002 年 6 月発行
No. 5	...	モルタル合成鋼管杭 (鋼管ソイルセメント杭の同種杭)	新工法-3	2002 年 10 月発行
No. 6	...	エコロードにおける橋梁設計	設計例-1	2003 年 6 月発行
No. 7	...	PRC 中空床版橋と鋼合成桁橋との複合橋梁	新工法-4	2004 年 2 月発行
No. 8	...	支間長国内一のバランスドタイプアーチ橋の設計	設計例-2	2004 年 6 月発行
No. 9	...	省力化と工期短縮を図る鋼合成床版による床版打換	補修・補強-3	2005 年 3 月発行
No.10	...	杭の地盤との相互作用を考慮した非線形動的解析による照査	補修・補強-4	2006 年 6 月発行



新日本技研株式会社

ホームページ <http://www.sng.co.jp/>

〒105-0014	東京都港区芝 2 - 1 - 2 3	TEL 03-3453-4321	FAX 03-3453-4325
〒983-0852	宮城県仙台市宮城野区榴ヶ岡 3 - 7 - 3 5	TEL 022-292-1801	FAX 022-292-1802
〒541-0046	大阪府大阪市中央区平野町 2 - 1 - 2	TEL 06-4706-7001	FAX 06-4706-7011
〒733-0013	広島県広島市西区横川新町 1 3 - 1	TEL 082-295-3181	FAX 082-295-3183
〒812-0011	福岡県福岡市博多区博多駅前 4 - 9 - 2	TEL 092-413-0912	FAX 092-413-0942
〒460-0001	愛知県名古屋市中村区那古野 1 - 3 8 - 1	TEL 052-587-2068	FAX 052-587-2069