

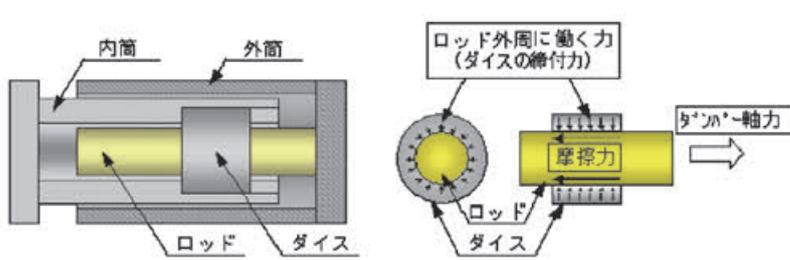
3.3 躯体補強に関する新技術

(1) No.2：制震ブレースを用いた耐震補強工法

No.	2
技術名称	制震ブレースを用いた耐震補強工法
社名	青木あすなろ建設(株)
NETIS 登録番号	KT-000015-A
公表先	会社 HP
参考 WEB ページ	http://www.aaconst.co.jp/sb/index.html
連絡先	青木あすなろ建設(株) 建築技術本部耐震事業部 齋藤富士雄 TEL：03-5419-1021 E-mail：FujioSaito@aaconst.co.jp
技術の概要 1. 技術開発の背景・契機 ・阪神大震災後、簡易な耐震補強方法の要望が増大した。従来の補強工法は、建物の使用を一時中断しなければならないことや補強後の居住性の低下等が指摘されていることから、建物を使用しながら補強工事が行える新しい補強工法の開発が強く望まれた。そこで弊社は、摩擦ダンパーを組み入れた制震型の外付け工法を開発した。 2. 技術の内容 ・補強の必要な既存構造物の外壁面に取り付けることで耐震性能を向上させる制震型の補強工法である。 ・高性能な摩擦ダンパーを使用した制震工法であり、エネルギー吸収効果が高い。 ・地震応答解析による確実な補強設計方法を採用している。 3. 技術の効果 ・建物の使用を継続したままで補強工事が可能である。 ・解体・復旧がなく、従来工法に比べ「短工期」「低コスト」が実現できる。 ・補強に伴う廃材や騒音が少ない。「環境に配慮した補強工法」である。 4. 技術の適用範囲 ・既存建築物の耐震補強、主として 5-6 階程度までの中低層鉄筋コンクリート造建物の耐震補強。また、11 階程度までの高層鉄骨鉄筋コンクリート造建物の補強にも適用可能。また、近年では橋梁下部工や樋門等土木構造物への適用を検討している。 ・学校・庁舎・病院・事務所・共同住宅等、建物用途は問わない。 ・ラーメン構造、有壁ラーメン構造等、構造形式は問わない。 ・既存躯体のコンクリートの圧縮強度は、耐震診断基準に従い 13N/mm ² 以上の建物。 5. 活用実績 54 件（官庁 46 件、民間 8 件）	



制震ブレース工法



摩擦ダンパーの機構



摩擦ダンパー



施工事例：クラウンハイツ

(2) No.5 : マルチプルナットバー

No.	5
技術名称	マルチプルナットバー
社名	(株)大林組
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP
参考 WEB ページ	http://www.obayashi.co.jp/service_and_technology/related/tech_d067
連絡先	(株)大林組 技術本部 研究開発管理部 土木管理課 武藤 真澄 Tel. : 03-5769-1062 E-mail : muto.masumi@obayashi.co.jp
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>古い耐震規準に従って設計されたコンクリート構造物の中には、現行の耐震規準で考慮すべきレベル 2 地震の地震力を受けた場合、部材のせん断耐力・じん性が不足するものがあることが指摘されている。ボックスカルバートなどの地下構造物においても、壁のせん断耐力・じん性が不足する場合があります、これを補強するためには内空側からしか補強工事が行えない。また地盤改良などで地震による地盤の動きを抑制する方法は、地上の制約などがあり難しい場合もある。</p> <p>このような背景から内空側よりせん断補強を行うあと施工せん断補強技術として「マルチプルナットバー」を開発した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>「マルチプルナットバー」は、PC 鋼棒に複数の定着具を取り付けたあと施工せん断補強鉄筋である。補強対象箇所を削孔しグラウト後、「マルチプルナットバー」をコンクリート内部に挿入・設置する。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>「マルチプルナットバー」は、高強度の PC 鋼棒を用いるため削孔本数の低減が可能となり、工期短縮や工事コスト縮減に大きく寄与する。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・コンクリート構造物のあと施工によるせん断補強として用いること。・マルチプルナットバーφ13およびφ17を使用する場合、既設コンクリート構造物の有効高さが、それぞれ400mm以上、600mm 以上であること。・マルチプルナットバーの拘束応力(せん断補強筋比×マルチプルナットバーの降伏強度)は、マルチプルナットバーφ13およびφ17を使用する場合、それぞれ2.3N/mm²、および2.6N/mm²を超えない範囲であること。	

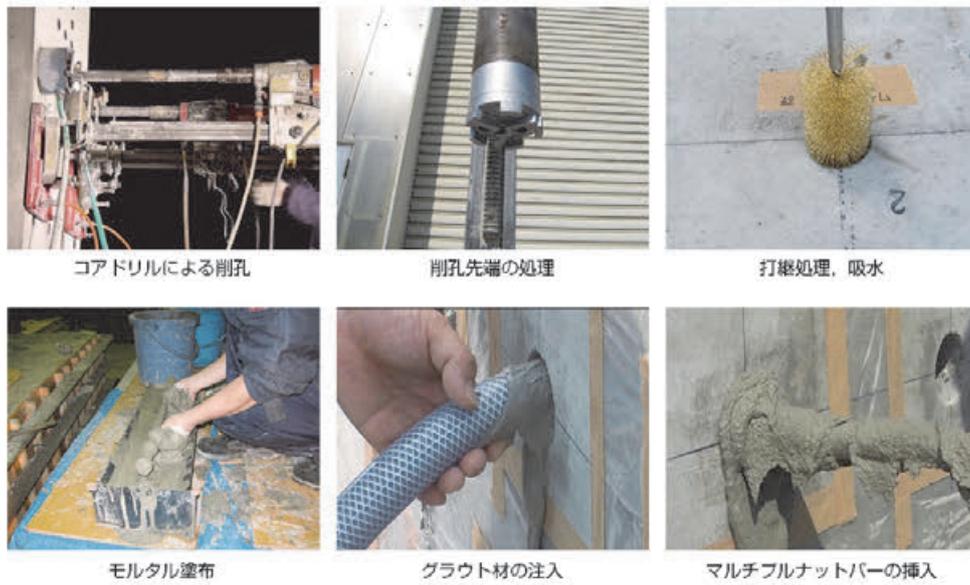
5. 活用実績

国の機関：0件、自治体：0件、民間：2件

■マルチプルナットバー



■施工方法



(3) No. 7: 柱の耐震補強技術「普通鉄筋スパイラル巻立工法」

No.	7
技術名称	柱の耐震補強技術「普通鉄筋スパイラル巻立工法」
社名	(株) 奥村組
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP、新聞等
参考 WEB ページ	http://www.okumuragumi.co.jp/news/2012/index8.html
連絡先	㈱奥村組 東日本支社 環境技術部 山口 治 Tel. : 03-5427-8038 E-mail osamu.yamaguchi@okumuragumi.jp
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>平成7年の兵庫県南部地震以降、橋脚および高架橋の柱等を対象にせん断耐力の向上を目的とした耐震補強工法が数多く開発、実用化されている。当社では、平成8年に「スパイラル筋巻立工法」を開発し、鉄道高架橋を中心にこれまで3,000本を超える柱に適用してきた。</p> <p>「スパイラル筋巻立工法」は、長尺の高張力鉄筋（靱性の高い特殊な鉄筋）をあらかじめらせん状に加工し、連続的に柱外周に巻き付ける方法でしたが、更なるコストダウン、適用範囲の拡大を図るべく、鉄筋の加工形状を工夫することで、一般的な鉄筋で柱外周にらせん状に組み上げることが可能な「普通鉄筋スパイラル巻立工法」を開発した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>本工法では、これまでの高張力鉄筋に替わり、「コの字状」（写真-2.1）に加工した普通鉄筋を一段ずつらせん状に組み上げ（図-2.1、写真-2.2、2.3）、継手部分はフレア溶接（写真-2.4）を行う。その後、柱の外周にモルタルを吹き付け、コテで仕上げて完了（写真-2.5）となる。鉄筋を「コの字状」にしたことで、継手箇所が減り柱の四方に分散するため、鉄筋の背面にも確実にモルタルを充填することができる。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>従来の高張力鉄筋に比べて、材料費の安価な普通鉄筋となることや、重ね継手からフレア溶接となり鉄筋継手部分の長さが大幅に縮小できる。そのため、材料を含む鉄筋組立工事費で約30%、柱耐震補強全体で約5%のコストダウンが実現した。</p> <p>高張力鉄筋では曲げ角度の制約があり困難であった台形や鋭角を有する柱や大断面の柱にも適用可能となった。また、鉄筋が1段（3/4段）ずつ分割されているため、狭隘な作業スペースでの施工が可能となった。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>鉄筋コンクリート柱、高架橋のせん断耐力および変形性能の向上を目的とした耐震補強で、上載荷重 3N/mm²以下の柱。</p> <p>5. 活用実績</p> <p>民間 2件 （鉄道会社のラーメン高架橋柱）</p>	

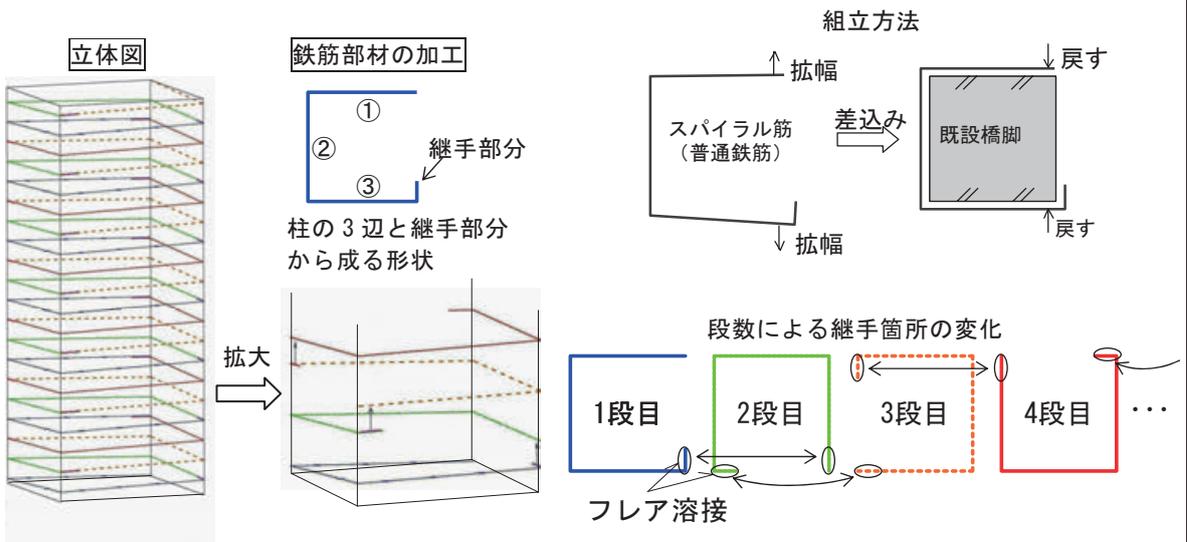


図-2.1 普通鉄筋スパイラル巻立工法概略説明図



写真-2.1 普通鉄筋の加工形状



写真-2.2 普通鉄筋の差込み状況



写真-2.3 普通鉄筋の組立状況



写真-2.4 フレア溶接状況



写真-2.5 適用完了

(4) No.:8 ボックスカルバートの耐震補強工事における機械化施工技術

No.	8
技術名称	ボックスカルバートの耐震補強工事における機械化施工技術
社名	(株) 奥村組
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP、新聞等
参考 WEB ページ	http://www.okumuragumi.co.jp/news/2012/index5.html
連絡先	㈱奥村組 東日本支社 環境技術部 山口 治 Tel.:03-5427-8038 E-mail : osamu.yamaguchi@okumuragumi.jp
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>近年、大規模地震の頻発に伴い、重要地下構造物の耐震補強の必要性が増している。中でも構造物がボックスカルバートの場合、せん断耐力を向上させるべく、壁面に水平孔を削孔し鉄筋を挿入したあと、隙間をモルタルで充填する補強工法が数多く採用されている。しかし、供用中の地下構造物では、壁面に布設された配管やケーブル等が補強工事の支障となることが多く、移設に要する工事費の増加と工期の長期化に至るため、こうした事例に対処できる施工方法の確立が求められてきた。</p> <p>このようなニーズのもと、当社では、狭隘な空間で配管やケーブルを存置したまま効率的かつ安全に補強工事が進められる「自動ウォータージェット切削機」と「遠隔操作による鉄筋挿入装置」を用いた機械化施工技術を開発した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>本技術は、自動ウォータージェット切削機（図-2.1、写真-2.1）によりボックスカルバートの壁に鉄筋挿入用の縦長スリットを形成し、遠隔操作ができる鉄筋挿入装置（図-2.2、写真-2.2）を用いて既設の支障物を避けながら、スリット内に補強鉄筋を特殊スパーサー（写真-2.3）と一体で多段配置するものである。その後、空隙部分に無収縮モルタルを充填し補強が完了する。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>自動ウォータージェット切削機を使用することで、手動切削に比べてスリット形成時間を2割短縮し、高い切削精度が実現するため、充填するモルタル量を大幅に削減できる。</p> <p>鉄筋挿入装置と鉄筋組付けユニットにより、人力による組立に比べて補強鉄筋の設置時間を2割短縮し、重量が大きい太径補強鉄筋の設置も容易にできる。</p> <p>自動運転や遠隔操作により、支障物の多い狭隘空間で安全性の向上と省力化が可能である。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>地下構造物等の壁面のせん断補強工事、特に支障物（配管、ケーブル、各種設備等）の移設ができない場合や狭隘な空間における補強工事に効果を発揮する。</p> <p>5. 活用実績</p> <p>国の機関 1件（国土交通省関東地方整備局）</p>	

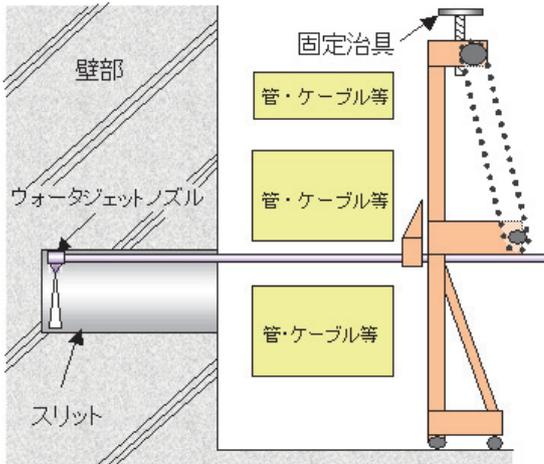


図-2.1 自動ウォータージェット切削機の概要



写真-2.1 スリット切削状況

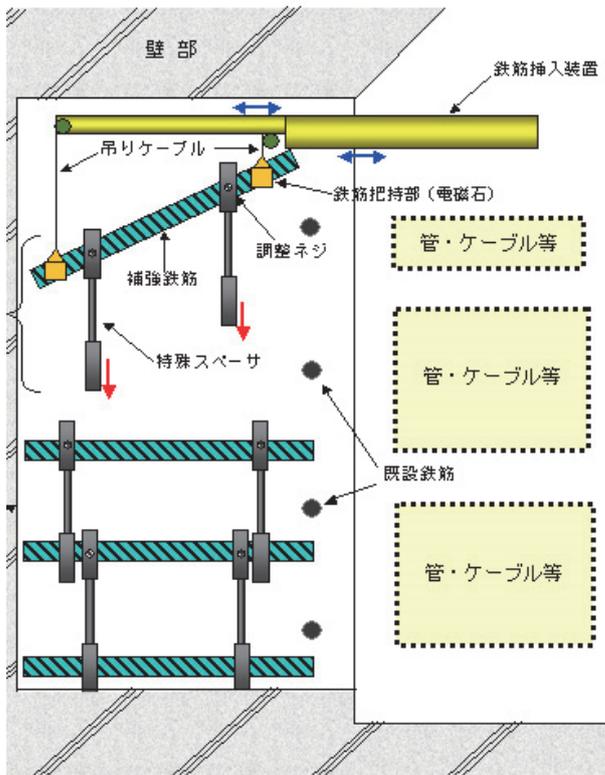


図-2.2 スリット内への補強鉄筋挿入



写真-2.2 鉄筋挿入装置



写真-2.3 特殊スペーサによる補強鉄筋の支持

(5) No.9 : セラミックキャップバー (CCb) 工法

No.	9
技術名称	セラミックキャップバー(CCb)工法 (後施工せん断補強鉄筋)
社名	鹿島建設(株)、カジマ・リノベイト(株)
NETIS 登録番号	KT-120076-A
公表先	電力土木 2012.11 月号
参考 WEB ページ	http://www.kajima.co.jp/ http://www.kajima-renovate.co.jp/
連絡先	カジマ・リノベイト(株) 技術部 豊田 要 Tel. : 03-5379-8771 E-mail : toyoda@kajima-renovate.co.jp
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>開水路やボックスカルバートなどの壁状の地下構造物では、内空側からしか補強工事を実施できず、また、構造物が塩害環境下などの劣悪な環境にある場合には補強後の耐久性についても確保する必要があるため、有効な補強方法が少なく、これまで耐震補強工事は進んでいない状況であった。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>セラミックキャップバー(CCb)工法は、建物の内側からしか施工できない地下構造物などに対して、両端にファインセラミック製の定着体を取付けたねじ節鉄筋「セラミックキャップバー(CCb)」を挿入・一体化させて、せん断耐力・じん性を向上させる後施工型せん断補強工法である。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>CCb の定着体は、耐久性に優れる高純度アルミナ製セラミックスを使用しており、酸・アルカリ・塩分などに曝される過酷な環境下でも腐食しない。このため、定着体をかぶり部分に配置でき、従来工法と比較してせん断鉄筋の有効率βを高く設定できる。この結果、配置間隔を大きくする、配置本数を減らすなどの合理化が可能である。</p> <p>CCb の構成材料である鉄筋と定着体は、別々に納入して現地でねじ接合して組み立てるため、長さの調整も現場で速やかにできる。施工は、大型の機材を使わずに、すべて人力でできる。グラウトの充てんは専用の貯留槽を使用するため、ホース等の異物をコンクリート内部に残さずに施工できる。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>補強鉄筋の径は D13、16、19、22、25、29、32 に対応できる。機械式継手が使用できるため、狭い場所でも長尺の補強筋が施工できる。壁厚 500mm 以上で、せん断補強鉄筋の有効率βは 0.8 以上、壁厚 800mm 以上でβは 0.9 以上である。</p> <p>5. 活用実績</p> <p>活用実績 : 2013.11 月末時点で総計 約 65,000 本 (施工中含む) 使用施設 : 上下水道の汚泥施設、沈砂池、ポンプ場、発電所の取水路、放水路 他</p>	

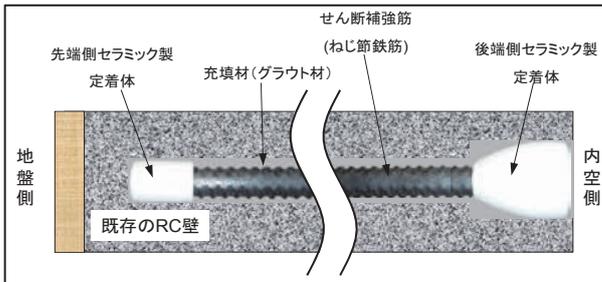
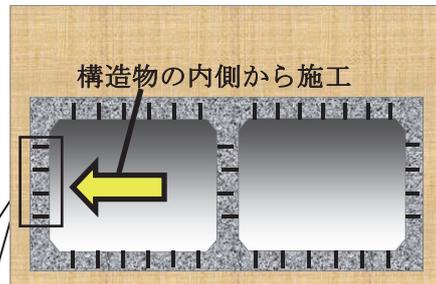
■ Ccb 工法の概要



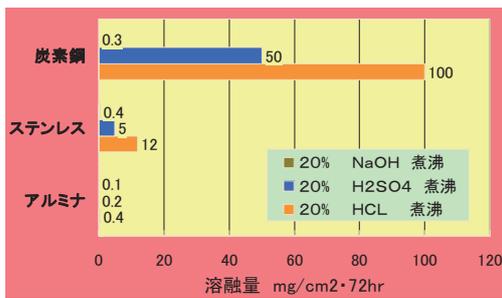
CCb 組立後の外観



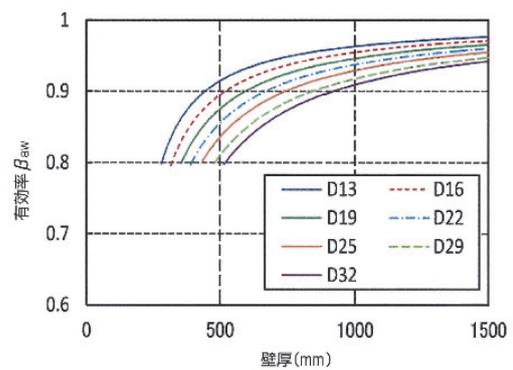
セラミック定着体



■ 耐久性能の比較



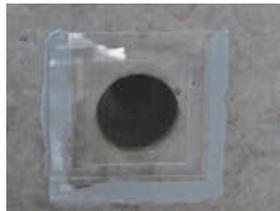
■ せん断補強鉄筋の有効率 β



■ Ccb 工法の施工手順



レッグハンマードリルによる削孔



養生用治具の設置



グラウト貯留槽の固定 (吸盤使用)



CCb 挿入



養生蓋の設置



養生・仕上げ

(6) No.12 : 耐震ラップ工法 (波形分割鋼板巻立て工法)

No.	12
技術名称	耐震ラップ工法 (波形分割鋼板巻立て工法)
社名	(株)熊谷組・テクノス(株)
NETIS 登録番号	—
公表先	(公財)鉄道総合技術研究所 鉄道 ACT 研究会
参考 WEB ページ	http://www.kumagaigumi.co.jp/tech/tech_s/doboku/d_ts_1.html
連絡先	(株)熊谷組 土木事業本部 土木設計部 大越靖広 Tel. : 033235-8622 E-mail : yookoshi@ku.kumagaigumi.co.jp

1. 技術開発の背景・契機

高架橋柱等の鉄筋コンクリート柱 (以下、「RC 柱」という) の耐震補強では鋼板巻立て工法が多用されている。従来の鋼板巻立て工法は大型の鋼板を使用することから、大型の施工機械の使用、広い施工ヤードの確保が必要となり、狭隘な場所での施工には適用が難しいという課題を抱えている。また、鋼板の接合には現場溶接による方法が標準となるが、周辺的环境によっては現場溶接が困難となる場合がある。このような制約条件下でも適用が可能となる鋼板巻立て工法の改良が期待されていた。

2. 技術の内容

耐震ラップ工法は、RC 柱のせん断破壊防止 (せん断補強) および変形性能の向上を図る (じん性補強)、耐震補強工法である。波形に切断し、コの字型に曲げ加工した分割鋼板を RC 柱の周囲に積み上げ、柱と鋼板の間にモルタル等を充填する工法であり、分割鋼板の噛み合わせにより現場溶接を不要とした新しい鋼板巻立て工法である。

3. 技術の効果

- ・人力施工が可能で施工性に優れ、施工スペース・施工ヤードを狭小化できる。
- ・溶接作業が不要なため、鋼板板厚の制限 (最小板厚 6mm) を受けず、条件によっては薄板化を図ることができる。
- ・施工完了後は平滑な表面となり、従来の鋼板巻立て工法と同様な仕上がりとなる。

4. 技術の適用範囲

高架橋や建物等の鉄筋コンクリート柱の耐震補強および構造補強に適用でき、特に高架下利用箇所など狭隘および支障物がある箇所、火気の使用が制限される箇所にて効果が発揮できる。

5. 活用実績

高架橋柱 ; JR 西日本 (山陽新幹線、在来線)、阪神電気鉄道、大阪市交通局、他
建物柱 ; 日本郵政

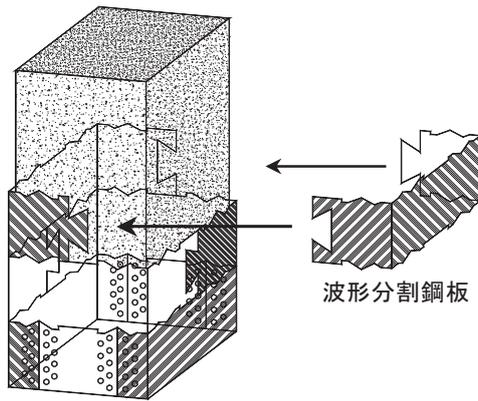


図-1 耐震ラップ工法の概要図

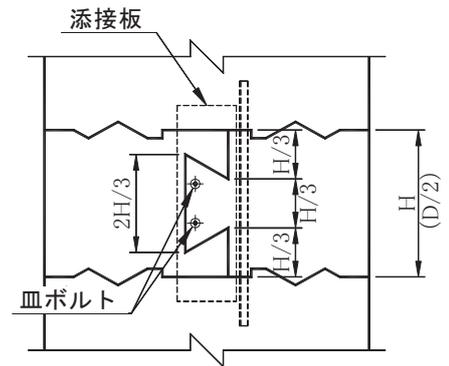


図-2 鉛直目地の構造



基部および頂部は、分割した波形分割鋼板をボルトにより接合する



標準部は、コの字型に2分割した波形分割鋼板を下側鋼板の波形形状に噛み合わせ積み上げる



<組立完了>

図-3 施工手順



写真-1 壁が隣接している箇所の事例
(壁を存置したまま施工)



写真-2 柱上部に極端に離隔がない事例
(下部で組立てて吊上げ)

(7) No. 14 : NDR工法（仮設用鋼製函体）

No.	14																
技術名称	NDR 工法（仮設用鋼製函体）																
社名	五洋建設(株)																
NETIS 登録番号	KT-000080-A																
公表先	自社 HP																
参考 WEB ページ	http://www.penta-ocean.co.jp/index.html																
連絡先	五洋建設(株) 土木設計部 山下徹 Tel. : 03-3817-7655 E-mail : Toru.Yamashita@mail.penta-ocean.co.jp																
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>NDR 工法は、1984 年に護岸ケーソンの補修のための仮締切り工法として開発された。当時は栈橋基礎杭、岸壁、護岸等の港湾構造物を対象としてきたが、阪神・淡路大震災以降、水中部にある橋脚の耐震補強工事で数多く採用されている。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>NDR 工法は、工場等で製作した鋼製函体を用いて、橋脚や岸壁、護岸、栈橋、ダムなどの水中部にある構造物の調査・補修・補強をドライ環境下で実施できる場を提供する仮締切工法である。構造物と接する箇所には専用の止水機構を用いるため、現地での大がかりな止水作業が不要で確実な止水ができる。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>① 調査・補修・補強作業をドライ状態で行えるため、作業環境や安全性が改善され、施工の品質が向上する。</p> <p>② 鋼製函体は橋脚などのフーチングを有する構造物、護岸・岸壁（鋼矢板、鋼管矢板、ケーソン）、栈橋など、同種構造物に何度も転用できる。転用回数が多いほど経済的となる。</p> <p>③ 鋼製函体自体の浮力を調整できる構造とすることで、曳航、設置、撤去時に大きな起重機を必要としない。そのため、栈橋の下などの狭い場所での施工も可能である。</p> <p>④ 鋼製函体を工場製作とするため、現地での工程を大幅に短縮できる。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 締切形状 …… 平面形状で長さ 40m、幅 20m 程度 ・ 締切り水深 …… 着底型 20m、抱付型 10m、張付型 13m <p>（これらは実績最大のものであり、鋼製函体本体は適用構造物、作用外力に応じて設計するため、水深の増大等にも対応可能である。）</p> <p>5. 活用実績</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">工事件数（施工中含む）</td> <td style="width: 20%;">106 件（2013 年 3 月現在）</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>（内訳）</td> <td>・ 橋脚（耐震補強）</td> <td>80 件</td> <td>・ 橋脚（補修、撤去）</td> </tr> <tr> <td></td> <td>・ 岸壁、護岸</td> <td>10 件</td> <td>・ 杭（栈橋等）</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10 件 6 件</td> </tr> </table>		工事件数（施工中含む）	106 件（2013 年 3 月現在）			（内訳）	・ 橋脚（耐震補強）	80 件	・ 橋脚（補修、撤去）		・ 岸壁、護岸	10 件	・ 杭（栈橋等）				10 件 6 件
工事件数（施工中含む）	106 件（2013 年 3 月現在）																
（内訳）	・ 橋脚（耐震補強）	80 件	・ 橋脚（補修、撤去）														
	・ 岸壁、護岸	10 件	・ 杭（栈橋等）														
			10 件 6 件														

■ NDR工法の構造形式と対象構造物

対象構造物	橋 脚		鋼管杭, RC杭, 橋脚	岸壁, 護岸, 堤体
構造形式	着底型	抱付型	抱付型	張付型
模式図				

■ 橋脚への適用例



(a) 鋼製函体陸上仮組状況



(b) 函体設置状況



(c) 函体設置完了

■ 岸壁・護岸への適用例



(a) 函体設置状況

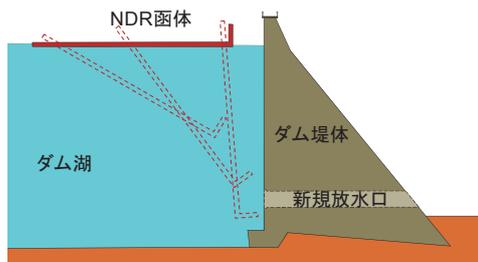


(b) 鋼矢板岸壁ドライアップ後

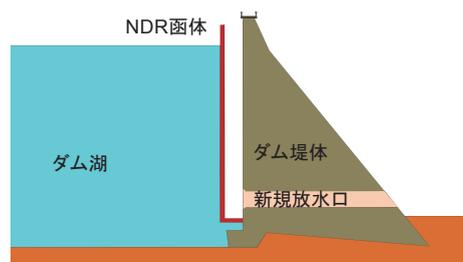


(c) 鋼矢板防食カバー設置後

■ ダム湖等の大水深への適用イメージ



(a) 浮力調整による函体設置状況



(b) 函体設置完了

(8) No. 16 : ウォータージェット削孔による補強鉄筋の挿入工法

No.	16
技術名称	ウォータージェット削孔による長尺補強鉄筋の挿入工法
社名	佐藤工業株式会社
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP
参考 WEB ページ	http://www.satokogyo.co.jp/
連絡先	佐藤工業株式会社 土木事業本部 技術部 中嶋 智樹 Tel. : 03-3661-4794 E-mail : t.nakajima@satokogyo.co.jp
<p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>既設構造物の拡幅や耐震補強等の工事では、長尺・太径のアンカー鉄筋の施工が必要となるケースがある。従来、ウォータージェット工法による削孔実績は 2m 程度であったが、本工法では試験施工と実施工により、約 5m の削孔と D51 長尺鉄筋の挿入・定着を実現した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>過密配筋やベンダー鉄筋がある場合、コアボーリングによる削孔では既存鉄筋を切断する可能性が高いためウォータージェット工法による削孔（以後 WJ 削孔）を採用する。本工法は、超高压水発生装置による超高压水を WJ はつり装置を介して吐出しコンクリートを削孔するものであり、鉄筋を損傷せずに削孔でき、削孔速度が速いことが最大の特徴である。</p> <p>また、長尺補強鉄筋の定着については、削孔後、鉄筋を挿入する前に高流動無収縮モルタルを充填し、充填ボックスによりモルタル高さを高く保ちながら鉄筋を挿入する方法を採用している。なお、試験施工とコアボーリングによりモルタルの充填状況を確認している。</p> <p>3. 技術の効果</p> <ol style="list-style-type: none">① 既設構造物内の鉄筋を損傷しない（コアボーリングでは、鉄筋切断の可能性有り）。② 削孔速度が速く、水平深度 5m を 60 分で削孔可能（コアボーリングでは 5 時間）。③ 削孔内面が凸凹であり付着強度が高い（コアボーリングでは孔の内面は平滑）。④ 削孔排出物が粗く処理水はヘドロ状にならない。 <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・ 削孔長：約 5m まで削孔可能（実績 4.8m）・ 削孔径：φ 65~120mm まで対応可能・ 鉄筋径：D51 まで対応可能 <p>5. 活用実績</p> <ul style="list-style-type: none">・ 有楽町線小竹向原・千川間連絡線設置向原工区土木工事（東京地下鉄）既設躯体補強	

■ 主要資機材

機材名	仕様	単位	数量	使用目的
超高压水発生装置	155MPa、300HP 83%/min・MAX	台	1	超高压水送水
WJ削孔はつり装置	φ75~95 L=4.8m	#	1	コンクリート穿孔 はつり
水中ポンプ	2吋	#	1	給排水
集水ポンプ		#	1	排水
水タンク	10m ³	#	1	給水用
超高压ホース	2500kg/cm ² 対応	式	1	超高压水送水 100m
コンプレッサー		台	1	ノズル回転駆動

超高压水発生装置



WJ削孔装置



WJ削孔状況



削孔状況（鉄筋損傷無し）



孔口部モルタル充填ボックス



鉄筋挿入固定完了



試験施工による
モルタル充填状況確認

