

論文・報告

中津川高架橋の施工

～工程確保の方策と縦目地の設計施工について～

Construction of Nakatsugawa Viaduct

高岡 努^{*1}
TAKAOKA Tsutomu児玉 良太^{*2}
KODAMA Ryota梅田 隆朗^{*3}
UMEDA Takaaki大西 修^{*4}
ONISHI Osamu

中津川高架橋は1期線に並行に2期線のPC上部工（PC4径間連続中空床版橋）を新設施工した後、1期線の壁高欄を撤去して縦目地伸縮装置（L=68m）を設置する工事である。

新設施工では冬季積雪地域での固定式支保工施工による工程確保の方策として、支保工の全径間先行施工と張出床版支保工に現地組立ての櫛型枠を採用した内容を報告する。

縦目地伸縮装置の設計については張出床版の応力照査断面の設定と縦目地伸縮装置のアンカー形状を考慮した補強鉄筋の検討、施工に関しては、壁高欄ブロック撤去、切欠き部のウォータージェット機械はつり、縦目地伸縮装置について報告する。

キーワード：生産性向上、品質確保、工程短縮、縦目地伸縮装置

1. はじめに

大野油坂道路は、中部縦貫自動車道の一部を構成する、大野市東市布から中津川に至る約35kmの自動車専用道路である（図1）。

本工事は、中部縦貫自動車道の延伸工事で中津川高架橋（PC4径間連続中空床版橋）の上部工であり、1期線（供用線）と並行に2期線（新設上部工）を施工した後、1期線の壁高欄を撤去して縦目地伸縮装置を設置する。開通に向けた関連工事との工程調整により、令和4年10月末に橋面を引き渡す必要があった。

図1 橋梁位置¹⁾

2. 橋梁概要

本工事の橋梁概要を以下に示す。（図2、図3）

工事名：大野油坂道路中津川高架橋PC上部工事

工事場所：福井県大野市中津川地先

発注者：国土交通省 近畿地方整備局

橋梁諸元（下り線）

形式：PC4径間連続中空床版橋

橋長：107.5m

支間長：28.0m+25.5m+27.5m+26.5m

有効幅員：9.22m

平面線形：R=1200m

縦断勾配：i=1.5%～0.5%

横断勾配：3.0%

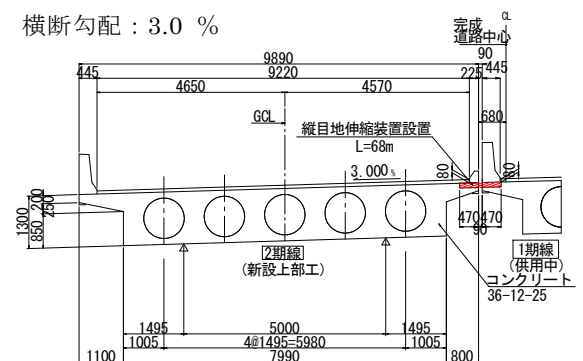


図2 全体一般図（断面）

*1 川田建設㈱大阪支店工事部工事課 工事長

*2 川田建設㈱大阪支店工事部工事課

*3 川田建設㈱東京支店技術部技術課

*4 川田建設㈱大阪支店技術部技術課

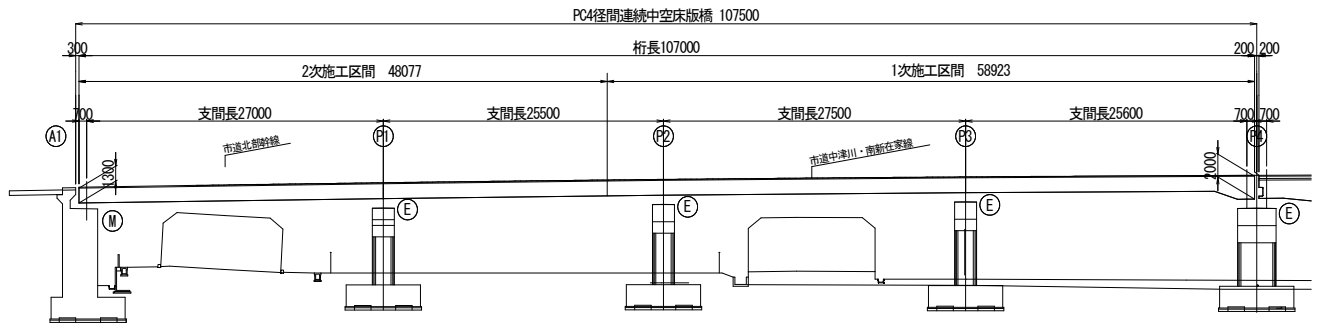


図3 全体一般図（側面）

3. 冬季積雪条件下における工程確保対策

(1) 支保工の全径間施工の提案

本橋は隣接工事との調整により 11 月末から支保工の組立を着手した。現場は冬季積雪地域であり、冬季期間の中空床版桁の型枠・鉄筋組立が困難であった。計画工程より、新設側の橋体コンクリート打設（2 回の分割打設）を 7 月中旬までに完了させる必要があった。そこで工程確保の対策として型枠支保工は転用せず、全施工区間の支保工を先行組立することを提案した。この提案により、型枠・鉄筋の組立は 1 次施工完了後、直ちに 2 次施工に着手できコンクリート打設間隔を短縮させることができた。1 径間あたりおよそ 3 週間のペースで支保工組立を行い、全施工区間を 2 月末に完了した（表 1）。

表 1 支保工の全径間施工の実施工程表

| 工程 | 令和3年 | | | | | | 令和4年 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|
| | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | |
| 【当初積算工程】 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC&R-スラブ製作工 | 1次施工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2次施工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 構造物撤去工 | 構造物撤去工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋梁付属物工 | 橋梁付属物工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 【実施工程】 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC&R-スラブ製作工 | 1次施工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2次施工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 構造物撤去工 | 構造物撤去工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋梁付属物工 | 橋梁付属物工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(2) 張出床版の櫛型枠の採用

積雪期間に支保工の組立てを行う必要があり、降雪による工程遅延が考えられた。支保工組立の遅延を回復させるため、張出床版型枠組立方法の検討を行った。くさび支保材を現地組立、型枠高さをジャッキ調整する張出床版くさび結合支保案、櫛型枠と切断パネルによる現場組立案、工場で立体組立した櫛型枠の現場設置案の 3 案を、比較検討した結果、型枠輸送費と現場省力化のバランスの良い現場組立案（図 4、写真 1）を採用した。この生産性向上の対策を行ったことにより 7 月上旬に橋体コンクリートの打設を完了させることができた。

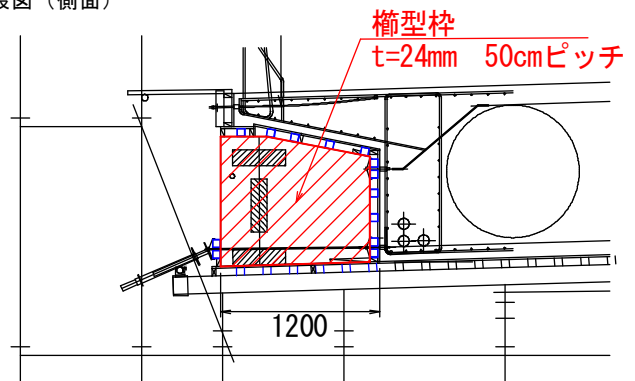


図 4 張出床版型枠図



写真 1 型枠組立状況

4. 縦目地伸縮装置の設計

(1) 張出床版の応力照査

張出床版の応力照査は伸縮装置切欠き部と張出床版付け根部の 2 断面で行った。切欠き部は照査の結果から補強鉄筋が必要になった。

(2) 縦目地伸縮装置のアンカー形状を考慮した補強鉄筋の検討

本橋で施工する縦目地伸縮装置は FB 式アンカー（フラットバーをコンクリートに定着させ荷重を支持する構造）で後打ちコンクリートの補強鉄筋が密に配置されており、既設鉄筋は干渉するため使用できなくなった。配置鉄筋量を確保するため、補強鉄筋を FB 式アンカーの下に配置する計画とした。そのため補強鉄筋の有効高さが小さくなり、D16 で 83 mm ピッチ（1m 当たり 12 本）必要となった。樹脂アンカー鉄筋（D16、800 本）で対応した。（図 5、図 6）

5. 縦目地伸縮装置の施工

(1) 施工概要・施工方法

表1に示すように供用線側の構造物撤去工から縦目地伸縮装置の施工は新設側橋梁付属物工と並行して施工する必要があった。各工種の橋面作業スペースの確保、工程調整を行った。

縦目地伸縮装置の平面図を図7、位置図を図8に示す。また構造物撤去、縦目地伸縮装置施工の実施工程表を表2に示す。

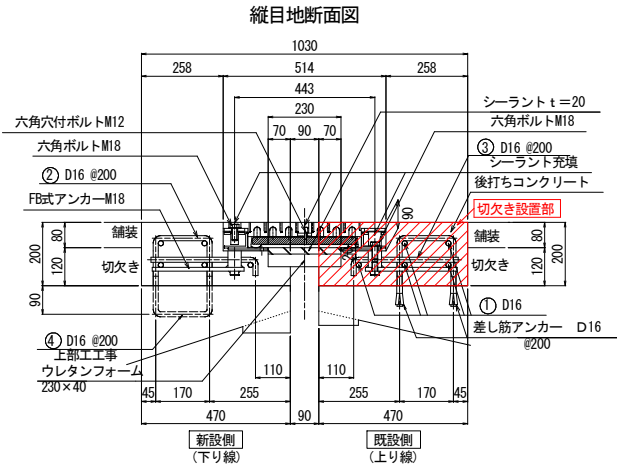


図5 縦目地伸縮装置断面図

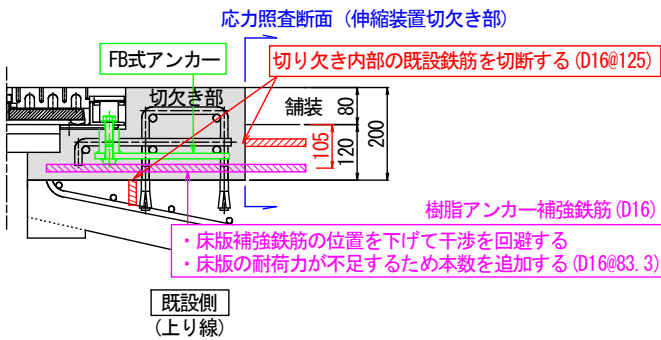


図6 樹脂アンカー補強鉄筋図

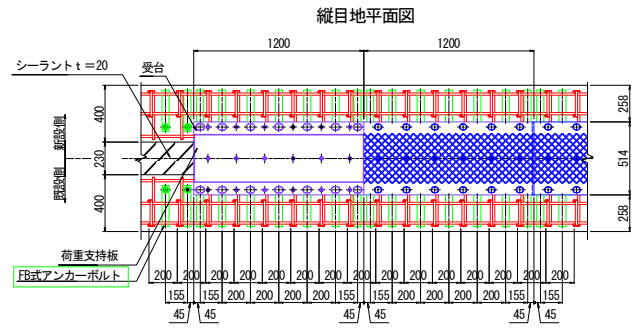


図7 縦目地伸縮装置平面図

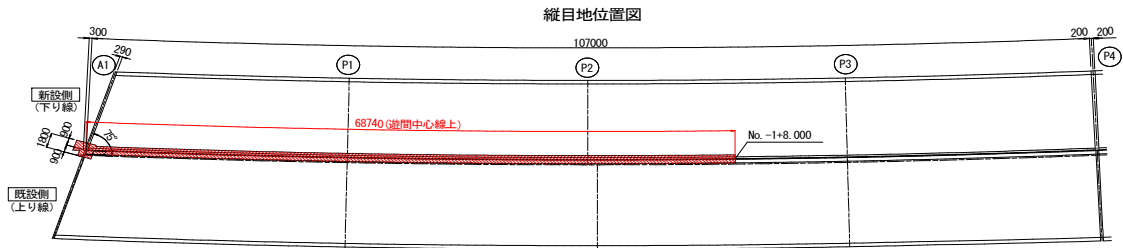


図8 縦目地伸縮装置位置図

表2 構造物撤去工、縦目地伸縮装置施工 実施工程表

構造物撤去、縦目地伸縮装置施工 実施工程表

| 工種 | 施工数量 | 令和4年 | | | | |
|-------------------|--|------|----|----|----|-----|
| | | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 |
| 準備工 | | | | | | |
| 仮設防護柵、仮設鋼製受樋設置 | 70m | ■ | | | | |
| 構造物撤去工 | | | | | | |
| コア削孔 | φ50-12m, φ100-12m | | | ■ | | |
| ワイヤーソー切断 | 水平26m ² , 鉛直6m ² | | | ■ | | |
| 壁高欄ブロック撤去 | 21ブロック (4m) | | | ■ | | |
| アスファルト舗装撤去 | 27m ² (t=80mm) | | | ■ | | |
| ウォータージェット機械はつり | 4.9m ³ | | | | ■ | |
| 縦目地伸縮装置工 | | | | | | |
| 鉄筋切断、樹脂アンカー補強鉄筋施工 | D16-800本 | | | | ■ | |
| アングル型枠組立鉄筋溶接 | L=68m | | | | ■ | |
| 後打ちコンクリート打設 | 10m ³ | | | | | ■ |
| 脱型ウレタンフォーム設置シール施工 | 123リットル | | | | | ■ |
| 荷重支持板、表層ゴム設置 | L=68m | | | | | ■ |

(2) 準備工

PCホロースラブ製作時には、供用線に仮設防護柵の設置(写真2)、1期線と2期線の遊間に汚濁水の飛散養生集積用として仮設鋼製受樋の設置を行った(写真3, 図9)。



写真2 仮設防護柵設置



写真3 仮設鋼製受樋設置

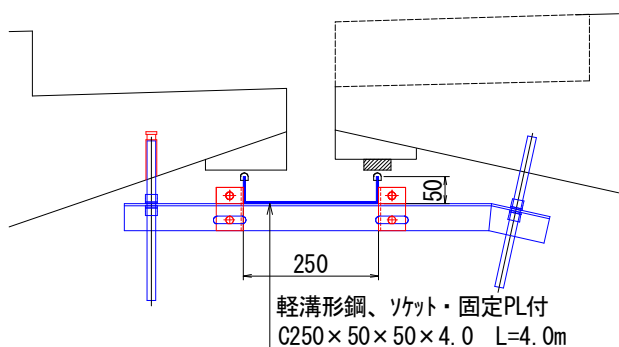


図9 仮設鋼製受樋

(3) ワイヤソーマシンによる既設壁高欄撤去

コアドリルにて既設壁高欄にワイヤー通し孔・吊り穴の穿孔後、ワイヤソーマシンで21ブロックに分割し、撤去を行った。吊り切り時間の短縮を図るために、図10に示すようにワイヤソーマシンを2台使用し、先行切断と吊り切り切断を並行に施工した(写真4)。壁高欄撤去には7日要し、吊り切り切断作業は、7ブロック/日で3日間となった(写真5)。

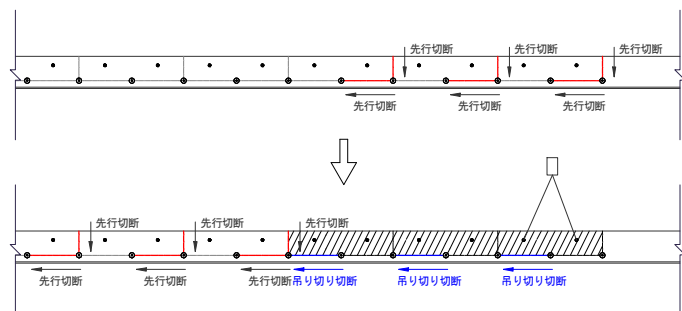


図10 ワイヤソーマシン作業手順



写真4 ワイヤソーマシン



写真5 既設壁高欄撤去状況

(4) ウォータージェット工法(機械工法)による伸縮装置切欠き施工

壁高欄撤去後、縦目地伸縮装置の切欠きをウォータージェット(以降WJと記す)工法(機械施工)により施工した。WJ機械の設置後、防護シートによる周囲の養生を行った。また供用線に設置した仮設防護柵にもシート養生を行い2重の安全対策を行った(写真6)。

発生した汚濁水・コンクリートガラは特殊強力吸引車で回収し、受樋に流れた汚濁水は鋼製タンクに集水して回収を行った。施工には15日要し、WJ工法(機械施工)は0.4 m³/日で12日間となった。



写真6 WJ工法(機械施工)による切欠き施工

(5) 張出床版部補強鉄筋の施工

WJ はつり後、切欠き内の既設鉄筋(D16@125 mm)を切断し、新たに樹脂アンカー補強鉄筋の削孔・定着作業を行った(写真7)。

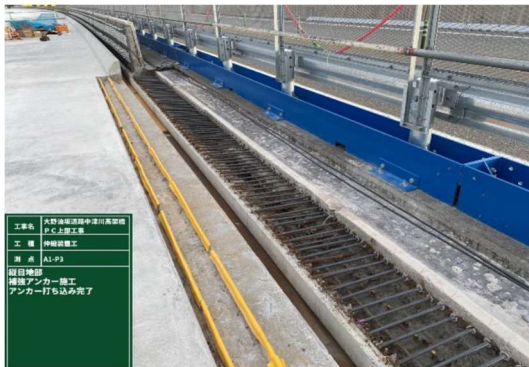


写真7 補強鉄筋施工

(6) 縦目地伸縮装置型枠組立コンクリート打設

縦目地伸縮装置の受台は型枠に仮設アングルを渡し、吊下げのようにセットし、アンカー鉄筋と溶接固定する(写真8)。組立完了後、鉛直打継ぎ面にエポキシ樹脂系接着剤を塗布し、コンクリート($\sigma_{ck}=36 \text{ N/mm}^2$ 膨張材)を打設した(写真9, 写真10)。



写真8 伸縮装置受台 地組設置

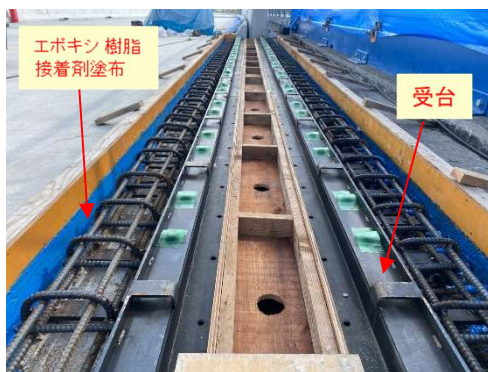


写真9 鉛直施工目地のエポキシ樹脂接着剤塗布



写真10 縦目地伸縮装置後打ちコンクリート打設

(7) 縦目地伸縮装置本体の設置

型枠脱型後、遊間部にウレタンフォームを設置し、シール施工を行い、縦目地伸縮装置本体を設置した(写真11, 写真12)。

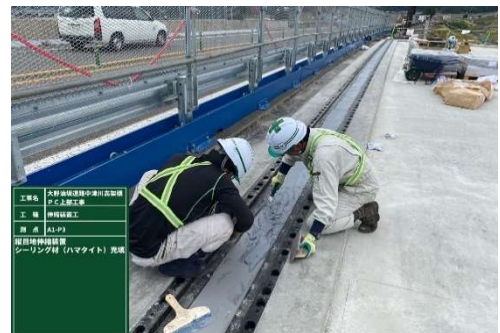


写真11 遊間部バックアップ材設置シール施工



写真12 縦目地伸縮装置施工完了

6. 縦目地切欠き部の施工方法検討

供用線側においてワイヤーソーによる壁高欄撤去後、張出床版部に縦目地伸縮装置設置用の切欠き(L=68 m)を施工する必要があった。切欠き後の張出床版の残り厚さが最小で108 mm(図11)となり、ブレイカーによる人力はつりを行うと打撃による残り床版の剥落、マイクロクラックによる後打ちコンクリートとの付着力の低下が予測されたため、工法の選定を行った。チッパーによる人力施工, WJ工法(機械施工), WJ工法(人力施工)の3案を検討した。WJ工法はブレイカーによる人力施工に比べ、構造物に与える変形, ひずみ, 残留応力も少

なくマイクロクラックもほとんど発生しないため構造物への影響が少ない。さらに、WJ工法（機械施工）はWJ工法（人力施工）に比べ、高エネルギーでの施工が可能となり1日当たりの施工量が向上する。また機械施工のため安全性が高い。上記の比較検討からWJ工法（機械施工）を採用した。

WJ工法（機械施工）にはXY移動はつり装置、コリジョンジェット工法を使用した。コリジョンジェット工法は2つのノズルから高圧水を噴出・衝突させることによりエネルギーが激減する原理を利用してはつり深さを制御することができる。様々な角度から噴射が可能であり、鉄筋の裏側に存在するコンクリートも取り除くことができる（写真13、写真14、図12）。

WJ工法（機械施工）の採用により、品質確保、工程短縮を可能とした。

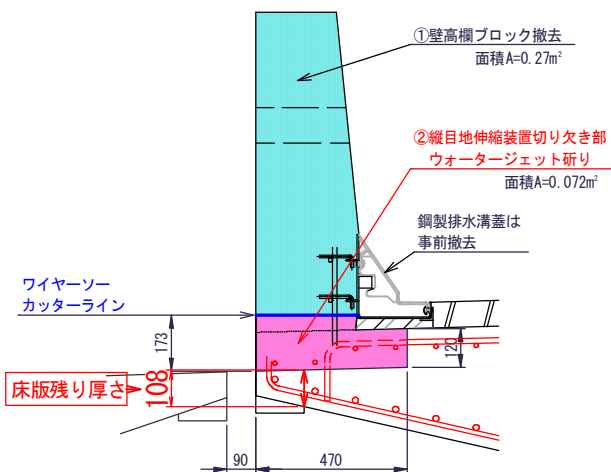


図11 伸縮装置切り欠きはつり 床版残り厚さ



写真13 ウォータージェットXY移動はつり装置

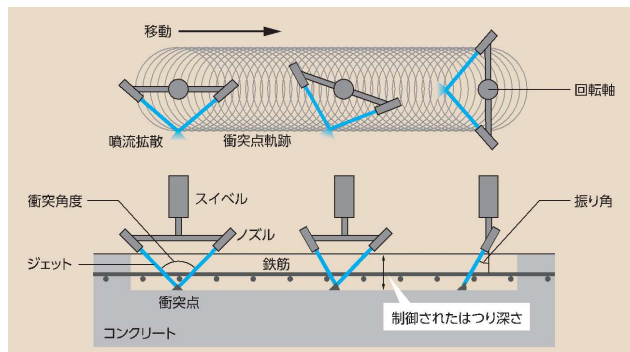


図12 コリジョンジェット工法²⁾

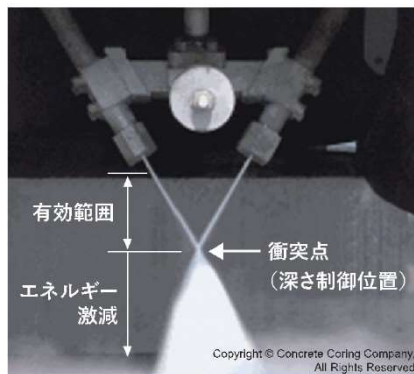


写真14 コリジョンジェットノズル²⁾

7. おわりに

実施した工程確保の対策により、所定の期限内に品質を確保して引き渡しを完成させることができた（写真15）。本報告が一つの施工事例として今後の参考となれば幸いです。

最後に本工事を施工するにあたり、ご指導・ご協力頂いた国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所、嶺北国道維持出張所、（一社）近畿建設協会 大野油坂道路事業促進業務、関係官公署及び協力会社各社など、全ての皆様に深く感謝いたします。



写真15 完成写真

- 1) 国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所 大野油坂道路事業概要より
- 2) コンクリートコーリング株式会社（大阪）コリジョンジェット工法カタログより