

地覆一体型プレキャスト PC 床版における プレテンション PC 鋼材端部の処理方法の検討

技術本部	技術研究所	久徳貢大
技術本部	技術部	諸橋克敏
ピー・エス・コンクリート (株)	水島工場	壇弘晃

概要：近年、老朽化した高速道路橋の更新に多くの床版取替工事が実施されており、交通規制の早期開放のためにプレキャスト PC 床版を用いた施工が行われている。壁高欄は床版架設後に場所打ちコンクリートによる現場施工が一般的であるが、腕木の設置や水切り部の型枠組立等の作業工程が規制開放までの工期に影響を与えている。そこで、PC 床版と地覆部を一体型として工場製作することが可能であれば現場施工の省力化が期待できる。本稿では、地覆一体型プレキャスト PC 床版の実用化のため、地覆部におけるプレテンション PC 鋼材端部の処理方法について要求性能を設定し、その対応策について検討を行った。試験体を用いた実証試験の結果から、ガス切断機を使用して上方向から PC 鋼材を切断する方法で要求性能を満足することを確認した。

Key Words：プレキャスト PC 床版、床版取替え、プレテンション鋼材の端部処理、省力化、生産性向上

1. はじめに

床版取替工事では、高速道路における交通規制の早期解放を目的に場所打ち壁高欄の下部（以下、地覆部とする）を PC 床版架設前に先行施工する方法が実施されることがある（**図-1**）。現場作業の効率化が期待される一方で、プレキャスト PC 床版の製作工場での地覆部のコンクリートを施工する場合（**写真-1**）、鉄筋・型枠の組立作業およびヤードも別途必要となることから、製作工場の負担やコストの増加が予想される。

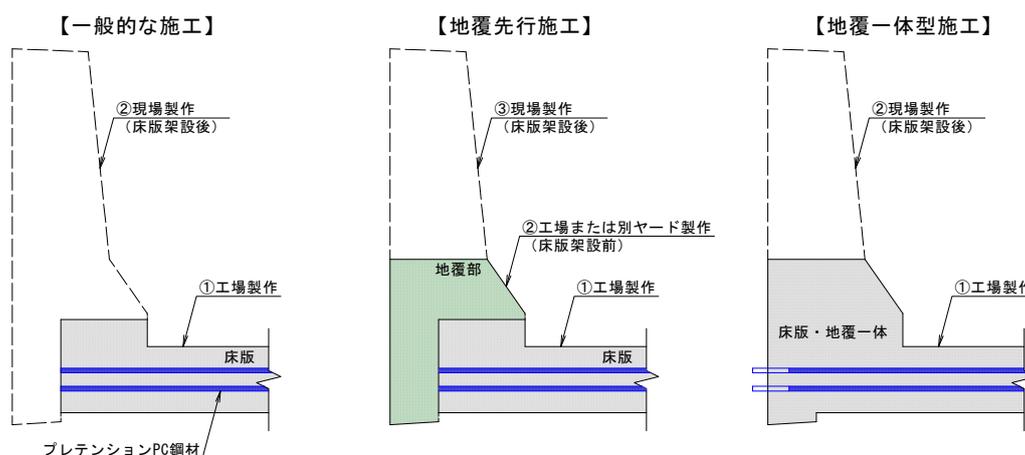


図-1 地覆の施工方法例



久徳貢大



諸橋克敏



壇弘晃

そこで、床版コンクリート施工時に水切り部を含む地覆部も一体型として同時に製作することができれば、工程の短縮による省力化が期待できる。そのためには、一般的な施工のようにプレテンション PC 鋼材端部の余長を切断後（写真-2）に、後打ちする水切り部で PC 鋼材のかぶりを確保するのではなく、適切な方法で PC 鋼材端部を処理してかぶりを確保する必要がある。

本稿では従前の施工方法に代わる案として、プレキャスト PC 床版における地覆部製作の省力化やコスト削減を目的に所要のかぶりを確保可能なプレテンション PC 鋼材端部の処理方法の検討を行った。



写真-1 PC床版の地覆部の先行施工
(型枠組立状況)



写真-2 PC鋼材端部の通常処理方法
(高速カッターによる切断)

2. PC鋼材端部の処理方法の検討

2.1 要求性能の設定

本検討では、プレキャストPC床版に上下2段配置されるプレテンションのφ15.2mmPC鋼より線を対象とし、処理方法に以下の要求性能を設定した。

①40mm以上のかぶりを確保すること：PC鋼材端部の純かぶりの目標値をPC床版部における鉄筋のかぶりと同値以上とした。②PC鋼材の材質を阻害しないこと：処理方法による有害な影響が出ないことを目標とした。③短時間で処理できること：生産性向上を目的としているため長時間の処理作業となってはならない。例えば、PC床版1枚あたりに12本のプレテンションPC鋼材が配置されるとき、地覆部の左右両側でPC鋼材端部の処理箇所は合計24箇所となる。その場合、1時間以内にPC床版1枚の作業が完了となるためには、概算で150秒以内に1箇所を処理するペースとなる。④表面の仕上げ面の大きさは約φ30mm以下とすること：型枠にセパレーターおよびプラスチックコーンを用いて施工した場所打ちコンクリートにおける脱枠後の仕上げ面の大きさ以下になることを目標とした。⑤跡埋め材が剥落しない形状とすること：地覆下面あるいは側面であっても型枠の抜き勾配を考慮した形状であると跡埋め材の剥落が懸念される（図-2）。剥落対策シートの貼付等による対応は作業工数およびコストの増加となるため避ける必要がある。

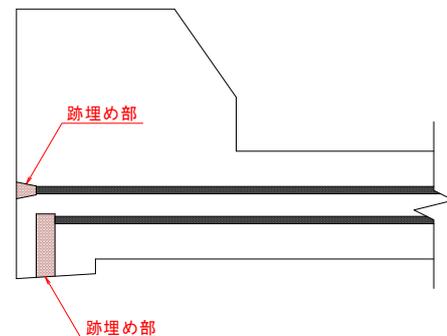


図-2 跡埋め材の剥落が懸念される形状



写真-3 コア抜きビット装着ハンマードリル

2.2 要求性能への対応策

2.2.1 PC鋼材切断方法に関する予察検討

写真-3 に示すコア抜き用ビットを装着したハンマードリルを使用し、鉛直方向からのコア抜きの要領で小型試験体を用いた PC 鋼材切断を試みた。PC 鋼より線の素線 1

本の切断に15分以上を要し、コアの刃が磨耗して使用不可能となったため(写真-4)、この切断方法の作業効率では要求性能を満足しなかった。

写真-5示すストランドカッターを使用し、地覆側面に座掘りを設置して側面からのPC鋼材切断を試みた。現状ではかぶり40mmを確保できるストランドカッターは無いため、かぶり35mmに対応する既製品を使用した。切断の所要時間は約20秒/本であり、かぶりも設定値を確保できたが、座彫りの大きさが比較的大きくなってしまい、現状の既製品ベースで要求性能に対応するのは困難であると判断した。



写真-4 コア刃による切断後の状態

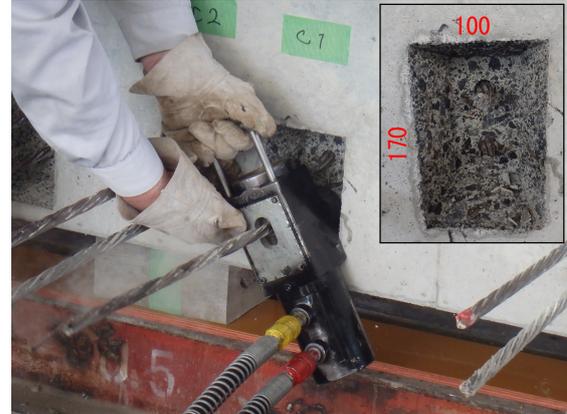


写真-5 スtrandカッターによる切断状況

2.2.2 ガス切断による対応

地覆部内のPC鋼材に直交する位置でシースを鉛直に配置し、プレストレス導入後にシース上からガス切断機でPC鋼材を切断する方法を試みた(図-4)。前節2.1の要求性能への対応策は下記である。

要求性能①のかぶりに対しては、配置するシース外側のかぶりを確保することでPC鋼材端部としてのかぶりが確保できる。要求性能②のPC鋼材への影響に対しては、ガス切断時の温度とひずみを計測して影響を確認する。

要求性能③の所要時間に対しては、時間を計測して作業効率を確認する。

要求性能④の仕上げ面の寸法に対しては、切断位置より外側のPC鋼材にコンクリートとの付着の縁切りのため塩ビ管を被せて配置する。塩ビ管は脱枠時に撤去するためφ22mm(VE22の外径)が仕上げ面の寸法となる。要求性能⑤の跡埋め材の剥落に対しては、鉛直に配置するシース内および水平に配置する塩ビ管によるPC鋼材周りの控除部を跡埋め材で一体として充填するため剥落しにくい形状となる。

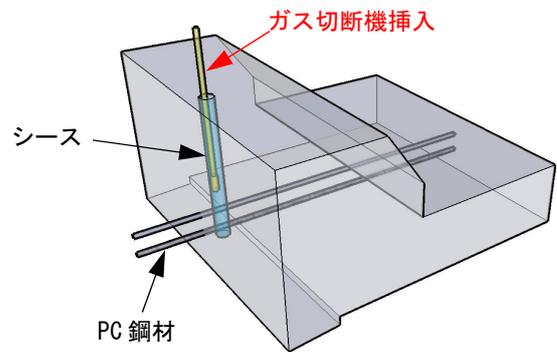


図-4 切断方法の概要

2.3 PC鋼材の切断試験

地覆一体型のPC床版を模した試験体を製作してガスによるPC鋼材の切断試験を行った。試験体図を図-5に示す。配置する孔あき加工シースを写真-6に示す。鉛直に配置するシースは上下2段配置されるPC鋼材位置に合わせた横孔を2箇所設けた。シースは側面のかぶりおよび地覆部内の配筋を考慮して水平位置を設定し、下面のかぶりを確保するようにシース長と鉛直位置を設定して下面には蓋を設けた。

試験体製作時はPC鋼材および塩ビ管を貫通させたシースを配置し、地覆部内の鉄筋と結束して固定した(写真-7)。コンクリート打設後、完全に硬化

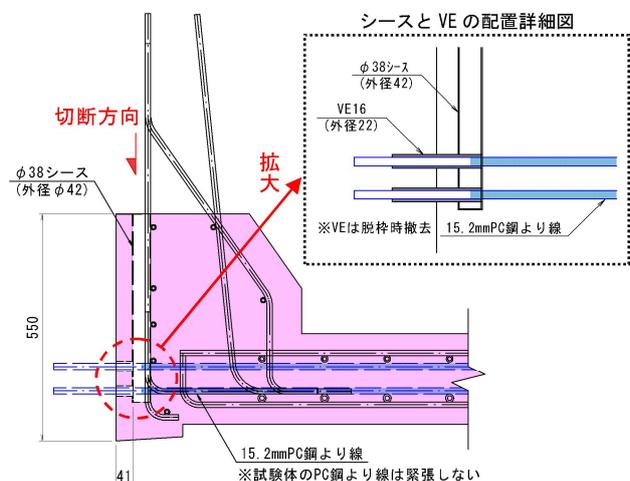


図-5 ガス切断用試験体図

する前に塩ビ管を回して付着の縁を切っておき、脱枠前に引き抜いた。ガス切断機は本体から火口までの細径部が長いものを専用に製作した(写真-8)。ガス切断時にはPC鋼材端部の余長部分を引き抜いた。

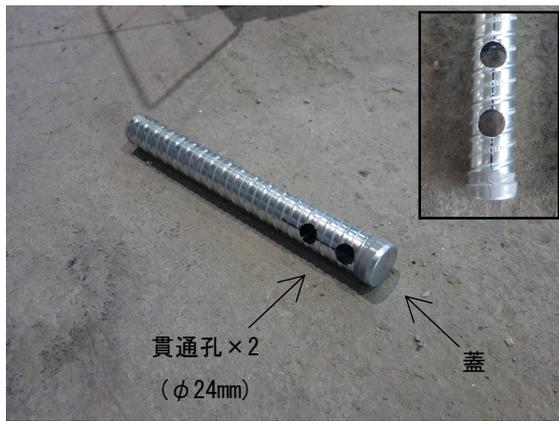


写真-6 孔あき加工シース

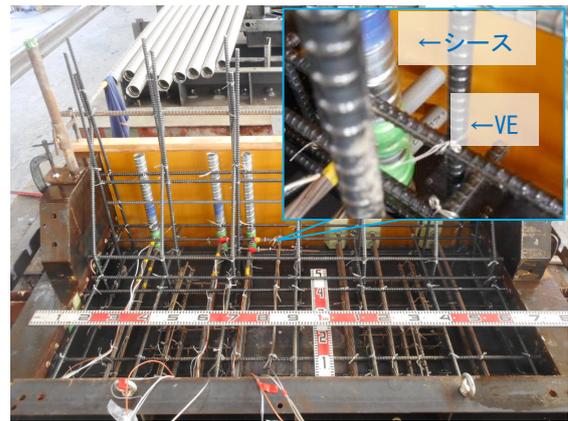


写真-7 試験体組立状況

2.4 試行結果

ロングタイプのガス切断機による切断はスムーズに行われ(写真-9)、所要時間は20~60秒/本であり作業性に問題はなかった。跡埋め部の仕上げ面の寸法はφ22mmで40mmのかぶりも確保された。PC鋼材の切断完了後の状態を写真-10に示す。



写真-8 ガス切断機(ロングタイプ)

切断時にシース内にガス切断機先端の火口を挿入すると切断位置の視認性が悪いため、ガス切断機自体に切断位置の目安となるマーキングを上下2段設けて対応した。



写真-9 ガス切断状況



写真-10 切断後のPC鋼材

2.5 温度とひずみの計測結果

PC鋼材の所定の位置にT型熱電対およびひずみゲージを設置した(図-6)。ガス切断時に計測した温度はシース近傍位置で最大80℃未満であり、その測点から100mm離れた位置では外気温と同程度で温度変化は見られなかった。また、PC鋼材のひずみ変化も70μ未満と極わずかであった。

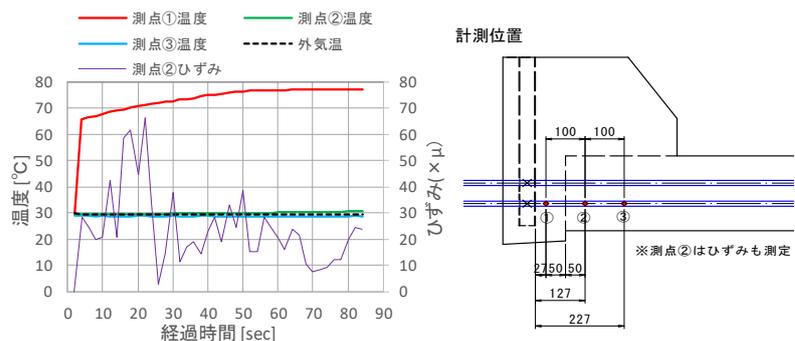


図-6 温度とひずみの計測結果

3. 跡埋め部充填方法の検討

跡埋め材として無収縮モルタル MG-15M（三菱マテリアル社製）を使用し、鉛直に配置したシース内および水平方向に配置した塩ビ管の控除部内を充填する方法を検討した。充填には 2.3 の試験体を使用した。

充填作業の簡略化のため、地覆側面の孔は布粘着テープを貼って側枠とした。シース上側より無収縮モルタルを流し入れ、ある程度硬化したところで側枠を剥がして状態を確認したが、横孔の上部にエア溜りによる未充填箇所が確認された（写真-11）。そこで、エア溜りを防ぐため写真-12 の充填用管を用いて図-7 に示す要領で下から上に充填する方法で施工した。側枠の改善として、貼った布粘着テープの横孔上部にあたる箇所に数ミリの小さな孔を開けて簡易的な排出口を設けた。孔からモルタルの排出を確認したら布粘着テープで塞いだ。脱枠後の地覆側面にエア溜り等は見られず充填されていた（写真-13）。完全に硬化する前に紙やすりで均すことで、表面を段差なく仕上げることができた。

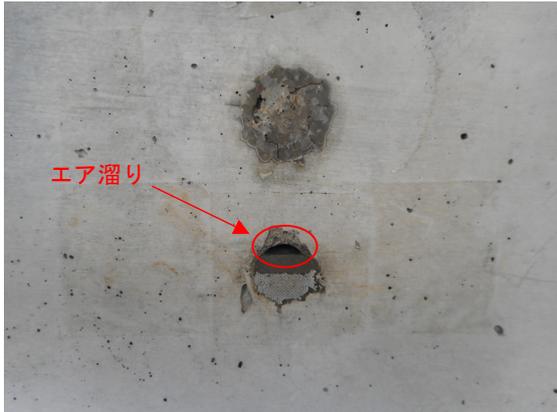


写真-11 充填後のエア溜り（側面）

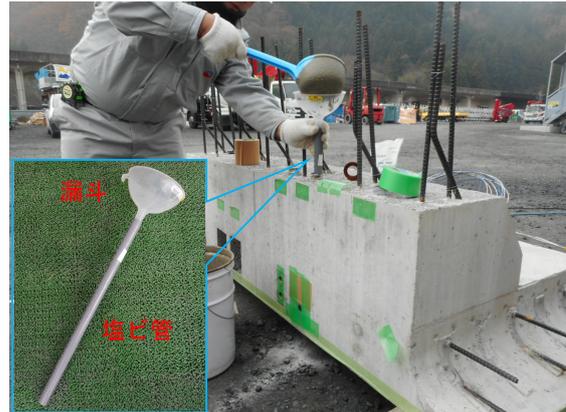


写真-12 充填用管と充填状況

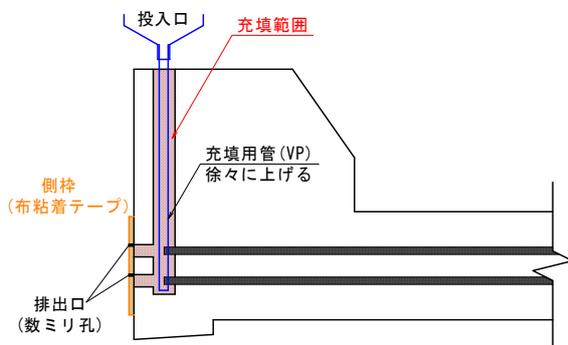


図-7 充填方法の概要

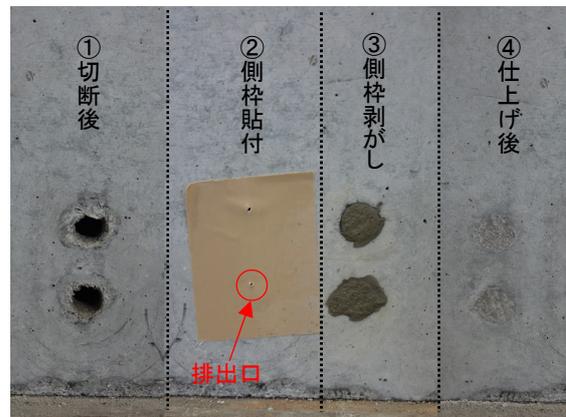


写真-13 地覆側面の状態
（充填方法改善後）

4. 施工性の確認

4.1 概要

鉛直方向からガスによる切断方法について、実施工を想定して切断作業を連続して行った場合の影響を確認した。試験体は、320mm×900mm×540mm のコンクリート中に前試験と同様の孔あき加工を施したシース・PC 鋼より線・塩ビ管等を配置したものであり、地覆部におけるかぶり 70mm 以上を満足すべくシースを配置している。さらに、本試験では内径を 55mm（外径 59mm）としたものを使用し、併せて作業性の検討を行った。

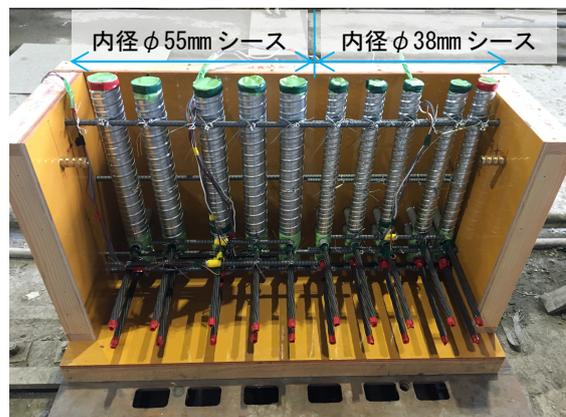


写真-14 試験体組立状況
（シース上面に蓋設置）

4.2 作業性と作業手順の確認

部材製作時には、配置するシース上面からコンクリートのノロや水等が侵入するのを防ぐためテープにより仮の蓋を施した(写真-14)。切断作業の前にもエアーコンプレッサー等でシース内の異物を取り除く必要がある。水平に設置する塩ビ管は、引き抜く時期が早すぎるとコンクリートのノロがシース内に侵入してしまい、時期が遅いとコンクリートとの付着の縁が切れないため注意を要する。完全に硬化する前に塩ビ管を回転させることに加え、塩ビ管に遅延剤を塗布するのが有効である。

ガス切断においては、太径シースの方が細径シースの場合よりも作業性が良いため、配置するシースの径は実部材におけるPC鋼材の配置間隔やかぶり等の制約の中で可能な限り大きい径のシースを選定するのが望ましい。また、連続作業での切断時には、火口の過熱による逆火やシース内の温度上昇と酸素欠乏が想定されたため、バケツに貯めた水で定期的に火口を冷却した(写真-15)。その際は酸素を出したまま火口を水に漬けると良い。切断順序は、シース内に熱せられた空気が滞留して内部温度が上昇しないように考慮し、先に上段のPC鋼材のみを切断した後に下段のPC鋼材のみを切断するのが望ましい。これらの作業手順にて問題なく連続した切断作業を実施できた。



写真-15 火口冷却状況

5. まとめ

地覆一体型プレキャストPC床版のプレテンションPC鋼材端部の処理方法の検討結果から、ガス切断機を用いた施工方法について以下を確認した。

- ・孔あき加工を施したシースを鉛直に配置することでかぶりの確保が可能である。かぶり 70mm の確保に問題は無い。
- ・ガス切断は施工性が良く、短時間で容易に処理可能である。ただし、連続してガス切断を実施する場合は、シース内が高温となって生じる逆火現象に留意して作業を行う必要がある。
- ・ガス切断時の温度上昇もシース近傍位置で 100℃未満、ひずみの変化も極わずかであり、熱による悪影響はないと考える。
- ・地覆側面における跡埋め部の仕上げ面の大きさも比較的小さく(φ22mm)、跡埋め材が剥落しにくい形状である。
- ・充填時の側枠は、布粘着テープを貼って排出用の小さな孔を設ける簡易な構造とした。その方法による跡埋め部の仕上げ面は未充填箇所も無く良好である。

以上のことから、設定した要求性能を満足する施工方法を確認できた。この方法が現場および工場の省力化施工につながり生産性向上の一助となることを期待する。

謝辞

本検討にあたっては、ピー・エス・コンクリート水島工場ならびに常国橋他2橋床版取替工事作業所の関係各位からの協力と助言のもと遂行した。心より御礼を申し上げる。なお、当該工事において本検討の方法を採用し、地覆一体型プレキャストPC床版を実用化している(2019年6月現在)。