

プレキャストブロック工法I形桁

橋 田 敏 之*

プレキャストブロック工法によるPC橋梁には、プレキャストセグメント箱形桁橋とプレキャストブロックI形桁橋の二種があり、それぞれの特長を生かし広く使用されてきている。

プレキャストセグメント箱形桁は1960年 Autosawod 橋(ソ連, 46.3+148.5+46.3m), 1963年 Choisy Le Roi (フランス, セーヌ川, 37.5+55+37.5) などに使用され始めて急速に普及されるようになった。とくにエポキシ樹脂を接着材とする長大橋として, 1964~1965年 Pierre-Benite 橋(フランス, A-7 高速道路橋, 56+84+56, 50+75+75+50), 1964~1966年 Oleron 橋(フランス, 79m 26径間, 海上橋) など著名な橋梁が施工されている。わが国においては, 1964年 柿生高架橋(21+3×37.2m, コンクリート目地), 1966年 目黒架道橋(東京都高速2号線, 27+31+27, 23+39.5+29.3m, エポキシ目地), 1967年 国鉄奥羽本線名立川橋梁(3×56, 3×56m, コンクリート目地) などが初期のセグメント箱形桁橋として施工されている。

プレキャストI形桁をブロック化して施工した歴史もかなり古く, わが国初期の橋梁には, 1957年 東京都専用線, 晴海川鉄道橋(21.3×6連) がある。本橋は単純I形桁を10cmのコンクリート目地により接合して連続桁とした。

プレキャストブロック工法を用いたPC桁の特長を次にあげる。

- 1) 急速施工ができる。
- 2) 工場製作による場合は熟練した作業員と安定した設備が使用できるため部材の品質に対する信頼性が大きい。
- 3) 現地での部材の製作を行わない場合, 現場における製作設備, 作業員を大幅に減少できる。

以上の特長より工期短縮に伴う桁工事費の削減, 現地での部材製作に伴う建設公害, 住民参加問題などの軽減が期待できることになる。

プレキャストブロック工法は, 一般の一体打ちの桁に対して, 目地を有することと目地の接合を要する点において相違がある。

本文では, とくにこれらの相違点に着目して「プレキ

ャストブロックI形桁に関する設計・施工」についての注意点, 考え方など, 手引きを中心に述べる。

なお文中「手引き」と略称しているのは, 昭和53年3月, 国鉄構造物設計事務所制定の「PC 鉄道橋ブロック工法設計施工の手引き(I形けた)」を示している。

1. ブロック接合構造の基本事項

主桁ブロックの接合部は, 曲げモーメント, せん断力, および軸応力を伝達できる構造とし, 接合完了後に一体に打ち込まれた桁と同等の機能を有することが要求される。

このような観点から, 接合部の設計・施工には, かなり厳しい要求が課せられている。

接合部を材料面より分類すると次のようになる。

- 1) 樹脂系接着剤目地
- 2) コンクリート, モルタル, セメントペーストなどの目地
- 3) ドライジョイント

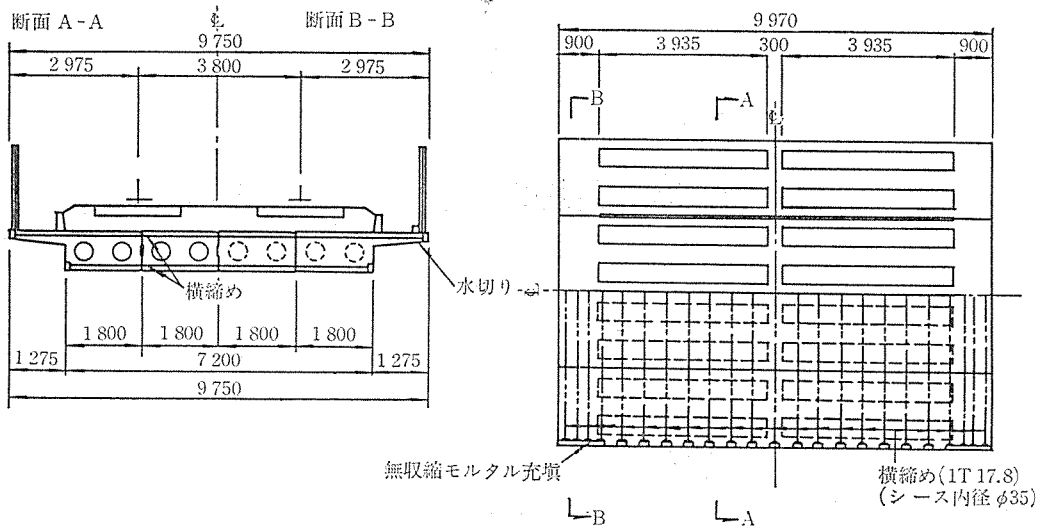
1)は最近のプレキャストブロック工法で一般に使用される目地材料で, 2)の材料と異なり接着材塗付後, 直ちにプレストレスングができ, 桁自重を支持できる特長があるが, ブロック接合面が直接に目地材料を介さないで接触するため, 接合面が密着するような施工法がとくに必要とされる。そのためには, 接合面の型枠はく離剤の選定, 施工法のせん断キーの材質構造, ブロックの分離作業などの面で厳しい制約を受ける。

3)の目地は, PC橋の主桁のような大きな応力度を受ける桁にはまだ使用例はないが, 応力度が低い隣接する主桁の接合目地として, 小スパンの白新線阿賀野川取付け高架橋($l=18$ 連×10m, 1977年)に使用された。本橋は中空断面の複線単純RC桁で4本の主桁をドライジョイントで接合し, PC鋼より線の横締めにより一体化した。

主桁間の密着をはかるためには, 鋼製ガイドキーが使用された(PC鋼より線には, グラウト注入が行われている。図-1)。

「手引き」では, 最近の施工法のすう勢を考慮し, 一般化しつつある1)のエポキシ樹脂接着剤目地を使用するI桁ブロック工法に適用を限定し(「手引き」1. 適用

* 国鉄構造物設計事務所主任技師



図一 白新線阿賀野川取付け高架橋

範囲), 2) および 3) の目地の場合は, この「手引き」の適用除外としているが, 接合面の破損などによる接合断面の欠損が生じた場合の救済策として, そのような場合でも接合面の密着を確保するため, セメントペースト, モルタルなどによる目地を代用することができる。

2. 設 計

(1) 設計一般

部材断面の応力度の計算は, 一体打ち部材と同一と考えてよい。

(2) PC 鋼材配置

PC 鋼材定着具位置は, 補強鉄筋の配置上などからブロック目地より適当な距離, 隔てることが好ましい。「手引き」では 400~600 mm のあきをとるように定めている。

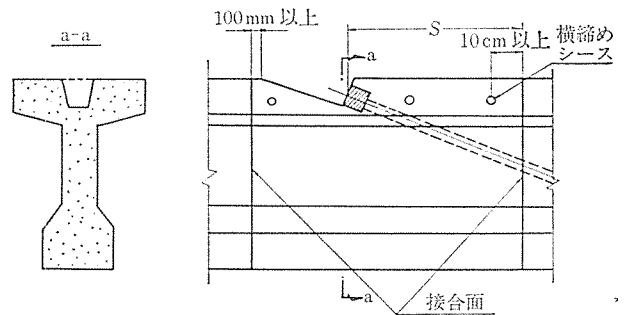
(3) ブロックの大きさ, 重量

ブロックの長さは運搬路の制約条件 (重量, 寸法), 荷扱い設備を考慮して定めることが必要である。また, 最大・最小曲げモーメントの生ずる位置などを避けることも望まれる。

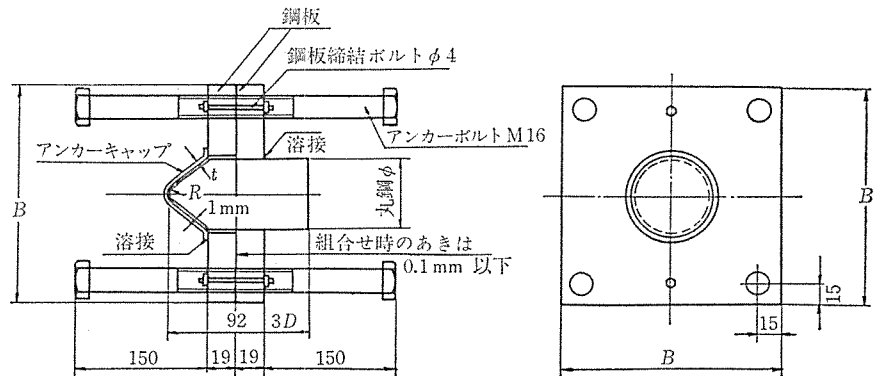
(4) 接合キーの材質, 構造

接合面には面の接合精度を確保するため「手引き」9項において鋼製キーを設ける必要がある。この接合キーは一断面当たり2個以上を配置する。接合キーの断面積は, 接合作業時, 接合時に作用する自重およびプレストレス力によるせん断力に耐えられるように定めなければならない。接合キー構造参考図を図一3(「手引き」解説

ケーブル種別	S(mm)
12-φ7	400
12-φ8	400
12-T 12.4	500
12-T 15.2	600

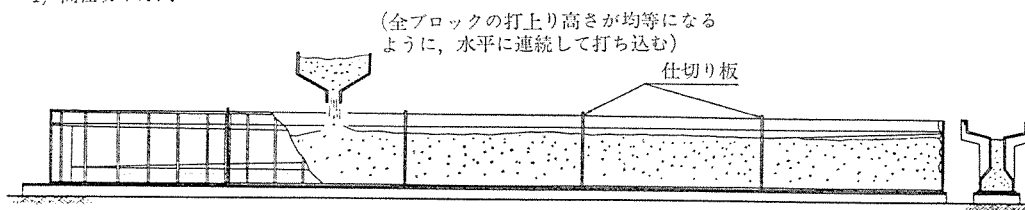


図二 (「手引き」解説図一) 定着具と接合面との最小はなれ



図三 (「手引き」解説図一) 接合キー構造参考図

1) 間仕切り方式



2) 既設ブロック端面を型枠とする方式

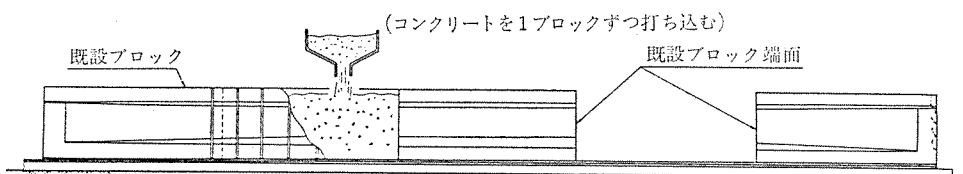


図-4 ブロック接合面の形成方法

図-4) に示す。

(5) ブロック接合部の構造

ブロックの接合面は接触面のなじみ不良による断面欠落防止などのため補強鉄筋を配置することが必要である。補強鉄筋には格子鉄筋が用いられる。

(6) 許容応力度

ブロック接合部のコンクリートの許容曲げ引張応力度は、桁自重が作用しているとき部材圧縮部で 5 kg/cm^2 とし、設計荷重が作用しているとき部材引張側では 10 kg/cm^2 以上の圧縮応力度を残す。また全死荷重が作用したときは 0 kg/cm^2 とする(「手引き」11)。道路橋標準示方書(昭和53年1月)13.3.2によれば、「接合部の設計荷重時および終局荷重作用時の応力度の照査」のほか、「曲げ引張応力度に対する照査」等を規定している。

3. 施 工

ブロックの製作にあたっては製作されたブロックが次の条件を満足するように製作しなければならない。

- 1) ブロック接合面は、接合時に相互に確実に密着するよう、間仕切り方式、または、既設ブロック端面を型枠とする方式により形成しなければならない。
- 2) ブロックの接合面には、断面の欠損があってはならない。
- 3) ブロックの接合端面には健全なコンクリート面が現われていなければならない。

ブロック接合面は、プレストレスにより接合されたとき両ブロックの接合面が密着して、計算で仮定した応力度を示す必要がある。そのため面の相互の密着を確保するため、マッチキャスティングあるいは間仕切り方式によるブロック接合面の形成を行う必要があるのである。

ブロック接合面に欠損などがあると、接合面の密着という“基本条件”を欠くことになるため、万一断面欠損が生じたときは、エポキシ接着剤以外の材料による接合法によって接合面の一体性の確保をはからなければならないことになる。

ブロック端面にはく離材などが厚く固着してマッチキャスティングによっても健全な接合面が得られない場合も見受けられるので、はく離材の施工、材料選定についてはとくに注意が肝要である。以上は施工における接合面の基本的条件を示したものである。

接合面の形成の説明図を 図-4 に示す。

(1) 型 枠

プレキャストブロック工法では、側型枠長が短くなるため、型枠の剛性が一体打ちの場合に比較して少ないことなどから剛性の確保に注意を払うほか接合面を形成する仕切り板と型枠からのペーストの洩れを少なくするため型枠の仕上げ精度を高めることが必要である。仕切り板と型枠との取付け構造は 図-5 (「手引き」解説図-7) に示す構造が好ましく、「手引き」においてもとくに推奨している。

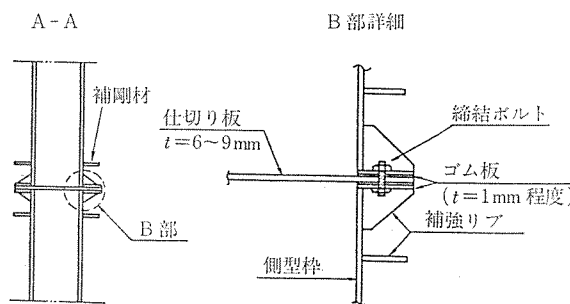


図-5 (「手引き」解説図-7) 仕切り板と型枠との取付け構造

(2) シースの組立ておよび接合キー

- 1) シースはブロック接合部で折れ角を生じないように配置しなければならない。
- 2) シースはブロックの分離のさい、接合面に損傷を与えずに切り離れるように適当な処置を講じなければならない。
- 3) 接合キーはコンクリートの打込みのさい、移動しないよう所定の位置に適切な方法によって固定しなければならない。

ブロックを分離するさい、接合面に損傷を与えずシース切断面がまくれるなどの不都合が生ずることなく、かつスムーズなシース配置を可能とする接合面の処理方法として 図-6 (「手引き」解説図-8) に示す切断をシースに与えることを推奨している。

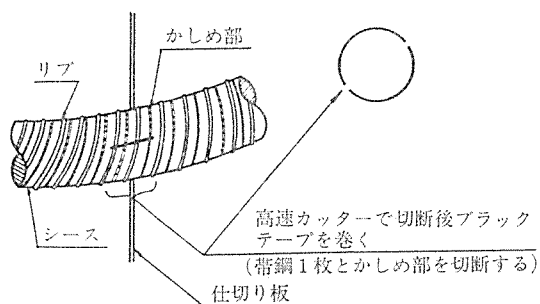


図-6 (「手引き」解説図-8) 接合面シースの処置

(3) ブロックの分離

- 1) 接合部に用いるはく離剤は、接着剤の接着強さおよび耐久性を損なうことがなく、できるだけ薄膜で、はく離効果の良いものでなければならない。
- 2) ブロックを分離するときのコンクリート強度は 250 kg/cm^2 以上としなければならない。
- 3) ブロックの分離にあたっては、ブロック端面に部分的な支圧応力が生じないように、また、接合キーにも力が作用しないように行わなければならない。

ブロックの分離作業では、接合面に欠落などを生ずる取扱いが行われることが多い。「手引き」では、そのため好ましくない分離方法を 図-7 (「手引き」解説図-10) のように明示している。

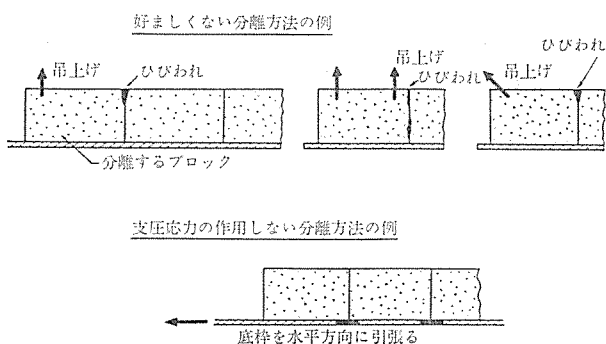


図-7 (「手引き」解説図-10) ブロックの分離方法

(4) ブロック接合面の仕上げ

有害な付着物は接合面を傷つけない方法で取り除く。

(5) ブロックの保管

保管中ブロックに有害な変形を生じないように注意を払う。

(6) 吊り金具

2点吊りとし、吊り金具が作用する荷重に耐えることを試験により確かめる。

(7) ブロック接合面の保護

運搬中は端面を 図-8 (「手引き」解説図-13) に示す要領で防護する。

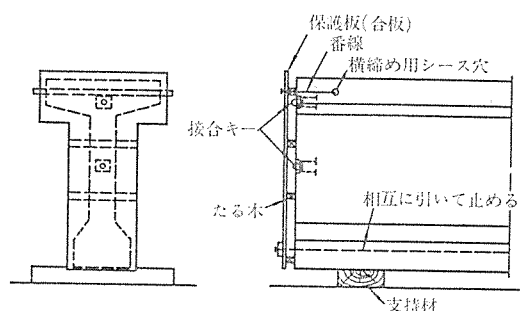


図-8 (「手引き」解説図-13) ブロック接合面の防護例

(8) 運搬中の応力度の検討

運搬中の応力度の検討には自重とインパクトを考慮する。引張応力度に対しては引張鉄筋を配置する。

(9) ブロック接合設備

本工法は簡易なブロック接合設備により桁の1本化が行えるところに特徴がある。設備には仮置き用台車、ブロック引寄せ装置、ブロック据付け高さ修正ジャッキ、クレーンなどが必要である。

(10) 接着剤の品質および塗付作業

品質は 表-1 に示す規格を満足しなければならない。

表-1 エポキシ樹脂系接着剤の品質規格の標準

品質項目	単位	品質規格	試験条件	養生条件
未硬化の接着剤	外 観	—	有害と認められる異物の混入がなく材料分離が生じていないこと	—
	比 重	—	1.2~1.6	常 温
	粘 度	CP	$1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4$	使用時標準温度
	可使時間	h	2 以上	使用時温度
硬化した接着剤	だれ最小厚	mm	0.3 以上	使用時標準温度
	引張強さ	kg/cm^2	125 以上	材常 7 日温 常 温
	圧縮強さ	kg/cm^2	700 以上	材常 7 日温 常 温
接着強さ	kg/cm^2	60 以上	材常 7 日温 常 温	

土木構造物

塗付前に接合面の付着物乾燥の状態、接合設備の確認、接着剤の可使時間の調査などを行い、両面 1 mm 厚程度に接着剤を塗付する。接着剤は加熱したり直射日光に当てない。

(11) プレストレッシング

接着剤をすみやかに塗付し、台車の移動状態を確かめながらプレストレスを導入する。

(12) 接着剤の養生および押し出された接着剤の処理

接着剤は硬化するまで衝撃など与えないように取り扱う。接合部に押し出された接着剤は取り除くこととする。

4. ま と め

プレキャストブロック I 形桁の発注者側の不信感 は接合部の欠落、密着不良、ひびわれなどの施工不良による

ところが多い。

国鉄の「手引き」は、本工法の普及の妨げとなるこれらの施工不良の汚名を払拭してプレキャスト工法の円滑な発展を促進することを目標に作成されている。

プレキャスト工法の特徴をさらに生かして経済的な構造物をつくるためには適正な施工計画、最適断面の選定などが今後必要とされる。

参 考 文 献

- 1) 構造物設計事務所：PC 鉄道橋ブロック工法設計施工の手引き
- 2) 橋田敏之：プレキャストブロック化——鉄道橋、橋梁と基礎，79-4
- 3) 土木学会：プレストレスコンクリート標準示方書，昭和 53 年制定

◀刊行物案内▶

プレストレスコンクリート世界の動向と 新道路橋示方書による設計計算例

本書は第 7 回技術講習会のためのテキストです。その内容は、前半は世界における PC の動向として、諸外国の特殊な PC 橋施工例 Alm 橋ほか数橋と LNG タンクについて、また建築構造物については最近世界的に関心の高まってきたアンボンド PC 工法をとりあげ、その理論と利用法について詳しく説明されている。後半には新しいコンクリート道路橋示方書に基づいた設計計算例として、静定構造物についてはポストテンション単純 T げた橋について、また不静定構造物については連続げた橋について詳細折込付図を添付し詳述されている。実務者には必携の図書としてお勧めいたします。希望者は代金を添えプレストレスコンクリート技術協会にお申し込みください。

体 裁：A 4 判

定 価：3,000 円 送 料：400 円

内 容：プレストレスコンクリート世界の動向——(A) 土木構造物——Alm 橋，Ruck-A-Chucky 橋，Columbia 斜張橋，Brottonne 橋，Carpinto 橋，Fos-sur-Mer，Montori-en-Bretagne の各 LNG タンクほか，(B) 建築構造物——アンボンド PC 工法の発達の歴史，アンボンド PC 鋼材と防せい材，アンボンド PC 部材の曲げひびわれおよび曲げ破壊耐力，曲げひびわれおよびたわみ特性と普通鉄筋の必要性，アンボンド PC 部材の曲げ疲労耐力，フラットスラブ構造，Ⅲ種アンボンド PRC 構造，新コンクリート道路橋示方書による設計計算例，(C) 静定構造物設計計算例——設計計算の対象，材料強度・許容応力度等，曲げモーメントが作用する部材としての設計，せん断力が作用する部材としての設計，(D) 不静定構造物設計計算例——不静定構造物の断面力の算定，設計条件，各部の設計ほか，折込付図 4 枚