

分割セグメント工法の開発・研究

(株)富士ピーエス 正会員 ○鈴木 真
 (株)富士ピーエス 正会員 春田 健作
 (株)富士ピーエス 正会員 川谷 泰山
 大阪工業大学 正会員 園田 恵一郎

1. はじめに

セグメント工法は PC 橋の建設コストの削減を図ることができる工法の一つとされているが、それには架設現場近隣に広大なセグメント製作ヤードが必要になる。この問題を解決するためには、セグメント製作工場においてプレキャストセグメントを製作し、架設現場まで運搬するという工法が考えられるが（以下、フルセグメント方式と称す）、日本国内において比較的規模の大きい橋梁にこの工法を適用した場合、道路交通法の規制により 1セグメントを運搬することができる重量および大きさが制限されている¹⁾。

本論文は国内の道路交通事情に適用して考案された「分割セグメント工法」について報告するものである（図-1 参照）。本工法は国内において過去に設計・施工された事例がないことから、解明すべき問題点が多く考えられたが、我々は特に U 型セグメントとプレキャスト PC 床版との接合部に着目して検討を行った。最適な接手法として、我々はウェブ上面に群配置したずれ止め鉄筋を用いた手法を考案し、その安全性を確認するためにコンクリート試験体を用いた押し抜きせん断実験を行った。以下にその結果について詳述する。

2. 分割セグメント工法とは・・・

分割セグメント工法は、セグメント製作工場においてセグメントを製作する際に、上床版部（プレキャスト PC 床版）とウェブおよび下床版部（U 型セグメント）を別々に製作し、現場搬入後架設時に両者を接合させ一体構造にする工法を基本とする。なお、本工法は 1つのセグメントから上床版部を分離するというイメージから、本工法を“分割セグメント工法”と称する（図-1 参照）。

フルセグメント工法を採用する場合、日本国内ではセグメントを運搬する際に運搬重量が規制されるために ($W_{max}=30t$ 以下)、1セグメント当りの大きさが制約されている。しかし、本工法では上床版とウェブおよび下床版を分離した状態で現場に搬入するため、セグメントを一体もので製作・運搬する場合に比べて重量が軽減される。また、これにより、① 1セグメント長（最大長 $L_{max}=3.0m$ ）を長くすることができる、② 架設機材が軽量化され、

改造費・機械損料等が低減される、③ 山岳地や市街地など、どのような現場条件でも架設が可能である、④ 全ての部材が工場製作によるプレキャスト製品となるため、品質が向上し耐久性にも優れる、といったメリットが期待できる。

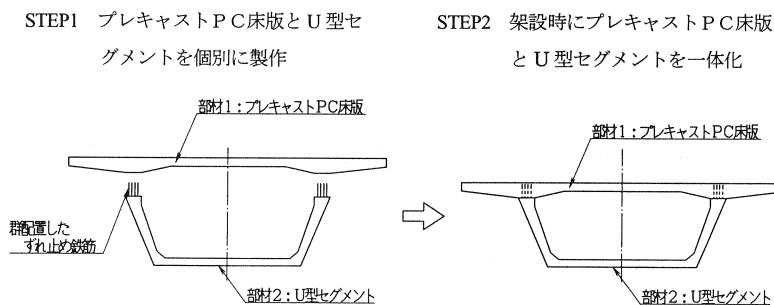


図-1 分割セグメント工法のイメージ

3. 構造形式の決定

本工法の特徴を生かし、構造的な問題を解決した構造形式を図-2 に示す。この構造の特徴としては、まずU型セグメント製作時において、セグメント形状を保持し安定させるために、U型セグメントのウェブ間にリブを設けている。このリブはプレキャスト PC 床版敷設後に一体化されるため、上床版の曲げ剛性が向上するだけでなく、プレキャスト PC 床版目地部直下にリブがあるため、間詰コンクリート打設時において型枠組立の必要がなくなるといったメリットも生じる。また、プレキャスト PC 床版はハンチ版形式とし、U型セグメントとの目地が交互にずれるようにプレキャスト PC 床版を敷設する。U型セグメントとプレキャスト PC 床版の接合手法について詳述すると、U型セグメントのウェブ部上面に群配置したずれ止め鉄筋が、架設時においてプレキャスト PC 床版に設けたずれ止め鉄筋孔内におさまるようにプレキャスト PC 床版を敷設し、ずれ止め鉄筋孔内に充填材を注入することによって一体化を図る。なお、このときU型セグメントとプレキャスト PC 床版の接合面にも不陸調整のために充填材を注入する。

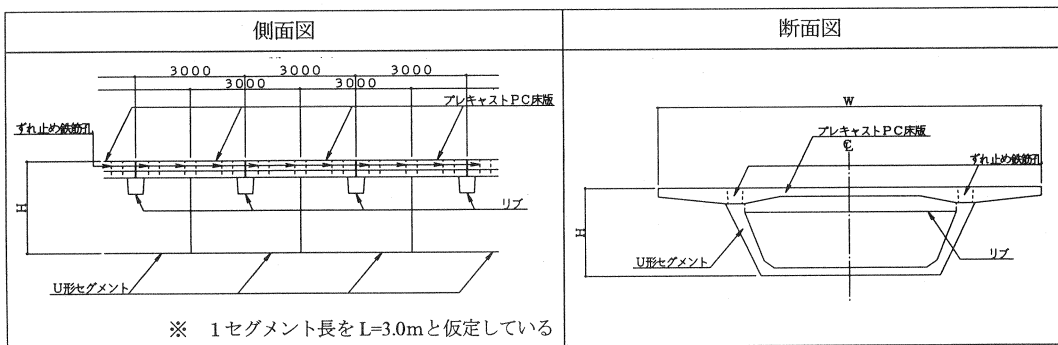


図-2 構造概念図

4. 押し抜きせん断実験

4. 1 実験の目的

本実験はU型セグメントとプレキャスト PC 床版の接合手法において、群配置したずれ止め鉄筋を適用した場合の適用性と充填材の性状を確認することを目的として行われた。この実験により、ずれ止め鉄筋の押し抜きせん断耐力を計測するとともに変形性能や破壊性状を確認し、実橋におけるU型セグメントとプレキャスト PC 床版の接合部設計・施工手法の妥当性を検証した。

4. 2 試験体

試験体は表-1 に示すように6種類のを製作した。試験体のコンクリートの強度、部材厚、ずれ止め鉄筋配置および寸法等は実橋を想定して決定した(図-3参照)。また、ずれ止め孔およびコンクリートブロック間に充填材を注入する構造も実施工を想定した。

各試験体について述べると、Type A-1 がずれ止め鉄筋にD19を4段4列で16本配置し、Type B-1 がD29を3段3列で9本を配置したものであり、充填材とコンクリートブロック間の付着を考慮した。ずれ止め鉄筋孔の大きさは、Type A-1 で450mm×450mm、Type B-1 で350mm×350mmとした。両者とも載荷荷重に対してずれ止め鉄筋のみで抵抗させた場合の性状についても確認するため、充填材とコンクリートブロックとの付着をなくすように処理したものを1種類づつ製作した(Type A-2 およびType B-2)。また、Type C はType A-1 に対して中空 PC 鋼棒 (P=400kN/本) を1本配置して、各コンクリートブロックの接合面に対してプレストレスを導入したもので、Type D はType A-1 において充填材に使用した無収縮モルタルの代わりに、PVA モルタル²⁾ (通常モルタルにポリビニルアルコールを添加し、流動性の向上、乾燥収縮の低減を図ったもの) を注入したものである。

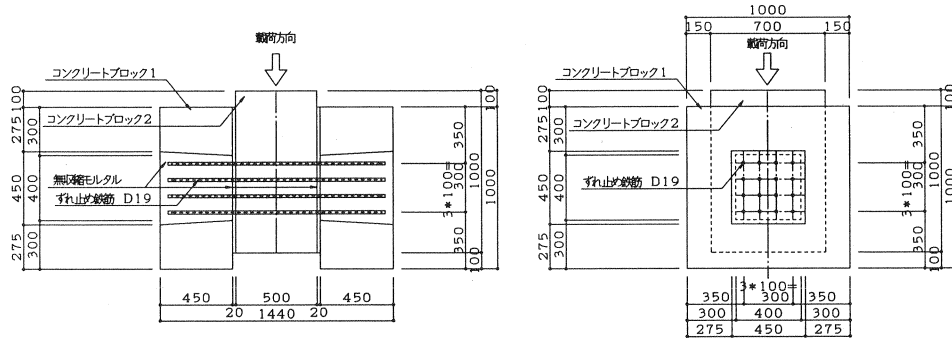


図-3 試験体構造図 (Type A の場合)

表-1 押し抜きせん断試験体の種類

試験体名	ずれ止め鉄筋	試験体数	プレストレスの有無	充填材の種別	充填材の付着の有無
Type A-1	D19-16本	1体	無	無収縮モルタル	有
Type A-2	D19-16本	1体	無		無
Type B-1	D29-9本	1体	無		有
Type B-2	D29-9本	1体	無		無
Type C	D19-16本	1体	有		有
Type D	D19-16本	1体	無	PVA モルタル	有

4. 3 破壊性状

各試験体とも充填材の付着の有無に係わらず、コンクリートブロックにはひびわれなどの損傷はみられず、コンクリートブロック間に注入した無収縮モルタルの破壊のみが見られた (写真1の丸囲部参照)。この結果より、群配置したずれ止め鉄筋を用いた接合方法を採用する場合、無収縮モルタルと同等の強度を持つ目地充填剤を用いれば、水平せん断力に対して十分な耐力を有すると考えられる。また、写真2に示すように、

Type A-2のずれ止め鉄筋の破断片から判断して、せん断だけでなく引張応力 (ダウエル効果) の影響も受けて破断したと推測される。コンクリートブロック間の目地幅は20mmあり、通常の鋼桁に使用されるスタッドの場合と比較して、その影響は大きく現れたと考えられる。

4. 4 せん断—ずれ変位関係

図-4は、各試験体の実験結果から得られたコンクリートブロック間の相対鉛直ずれ変位の計測結果をグラフ化したものである。図-4より以下のことがわかる。

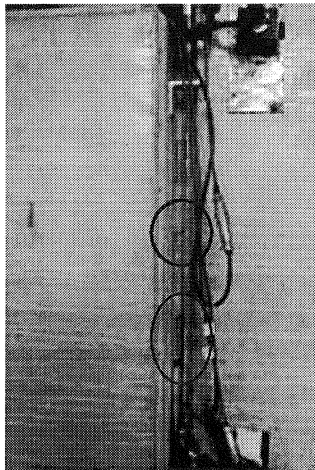


写真1 目地部のひびわれ状況 (○印はクラック発生部)

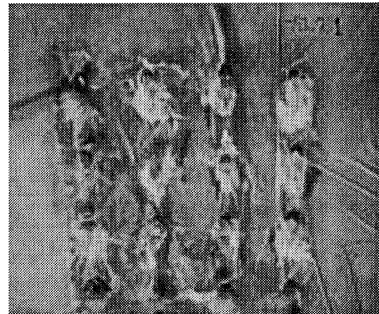


写真2 ずれ止め鉄筋の破断状況 (下段は破断部の拡大写真)

- ① 荷重載荷直後は充填剤に付着がない場合、Type A-2 および Type B-2 より、付着がある Type A-1 および Type B-1 のほうが鉛直ずれ変位は小さかった。また、各グラフの変曲点を示す荷重も Type A-2、Type B-2 より Type A-1、Type B-1 のほうが大きくなった。
- ② Type A-1 と比較して Type B-1 に配置されているずれ止め鉄筋量が多いにもかかわらず、グラフの変曲点および最終荷重強度とも Type A-1 より小さくなった。
- ③ Type C の鉛直ずれ変位は、Type A-1 および Type B-1 の約 50%程度となった。また、グラフの変化点を示す荷重値も同様に他の実験体に比べて大きくなった。
- ④ ずれ止め鉄筋量の相違はあるが Type A-1、Type B-1 および Type D のグラフが示す傾向は概ね同様なものとなった。
- ⑤ 充填材が異なる Type A-1 および Type D において、初期の鉛直変位は Type A-1 のほうが大きかったが、その後逆転して Type D のほうが大きくなった。

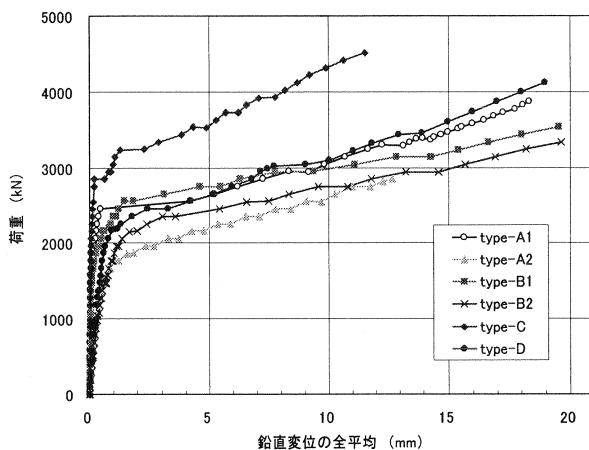


図-4 せん断-ずれ変位関係

4. 5 実験結果に対する考察

ずれ止め鉄筋について、まず Type A-1 のせん断耐力が Type B-1 より大きくなったことから、設計水平せん断耐力の算定において、ずれ止め鉄筋量だけではなくずれ止め鉄筋孔の大きさも考慮に入れなければならないと考える。また、Type C のようにプレストレスを導入することによって、せん断耐力は格段に向上する。これにより、実橋の設計においては、経済性を考慮し、水平せん断が卓越する部位にのみ PC 鋼材を配置するという選択肢も考えられる。充填材については、Type A および Type B の実験結果を比較して、①充填材とコンクリートブロックに付着がない場合は、付着がある場合と比較して、グラフの変曲点を示す荷重が著しく小さかった、②充填剤のひびわれ発生は、付着がある場合のほうが早かったといった相違点が見られた。これらの相違点から判断して、充填剤には付着をもたすべきであると考えが、付着がある場合には早期にひびわれが発生するという問題は残る。また、充填材に無収縮モルタル (Type A-1) および PVA モルタル (Type D) を注入した場合を比較して、ほぼ同じような結果となったが、ひび割れ発生時期は Type D のほうが若干早かった。よって、PVA モルタルを使用した場合、載荷荷重に対して十分なせん断耐力を期待することができるが、目地部において早期にひび割れが発生する懸念があり、今後の検討の余地があると考えられる。

5. まとめ

上述の押し抜きせん断実験結果から、本工法を実構造物に適用することができると思う。しかし、これはあくまでの机上での解析結果と縮小モデルを用いた確認実験データに基づいた判断である。よって、今後さらなる検討を続けていく予定である。

参考文献

- 1) 八木・池田・後藤・潮田：西平尾高架橋の設計，第 11 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp625-628，2001.
- 2) 東野・麓・西沢・中村：PVA を混練した高強度コンクリートの耐久性向上を目的として実験，第 11 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp909-912，2001.