

(24) プレベームブロック工法について

大阪大学 松井繁之
大阪工業大学 栗田章光
川田工業㈱ ○渡辺 晃
川田工業㈱ 山岸武志

1 まえがき

プレベーム合成げたの応力導入は、架設現場付近の製作ヤードで実施されるのが通常の工法である。したがって、従来の工法による場合、架設地点の近くに製作ヤードを確保する必要がある。また、最近では適用支間長が大きくなり、橋げたを1本もので搬入するのが困難な場合が多い。このため、特に市街地や山間部などの施工の際には、けたを数ブロックに分割し、工場でプレファブ化したものを搬入、現場で組み立て、架設することが要求される。その結果、現地での製作ヤードが不要（したがって、応力導入用の各種の機材の搬入も不要）で、かつ現場工期の短縮と製作精度の向上が計られるようになった。このような状況の下で考案されたのがここで述べるプレベームのブロック工法である。

ブロック工法とは、工場で応力導入したプレベームのブロックげたを架設現場に輸送し、現場で1本ものに組みあげ、その後間詰コンクリートを打設して完全なプレベームに仕上げようとするものである。現在までに図-1に示すように2つの工法を考案した。ブロック毎に応力導入する最初の工法（B工法と呼ぶ）、についてはすでに実施を行って成果を収めている。しかし、設計、施工および経済性から考えればB工法よりもA工法の方が合理的な場合もあり、この工法について模型げたによる実験を行い、本型式の妥当性を確認した。尚、この工法によって現在3橋が施工中である。

2 設計および施工

ブロック工法の基本的な考え方を図-1に示し、以下説明する。

2.1 プレファブのプレベームの製作、部分プレストレス

A工法：従来の単純げたと同様に鋼げた各ブロックを添接した状態でプレフレクションし、添接部を除く下フランジコンクリートを打設、硬化後リリースを行う。次に添接部を解体し、プレファブのプレベームを完成させる。

B工法：分割した各鋼げた毎に従来の単純げたの考え方を適用することにより、各ブロックに応力導入を行い、プレファブのプレベームを完成させる。

ここでA工法の場合、リリースにおいては添接部付近の既設下フランジコンクリートに水平せん断力が集中することが断続合成げたの試験

結果等で報告されているため、下フランジのシベルをこの付近で密に配置する。また、リリース後添接部を解体し、プレベームをブロックに分割する際はこの部分が無応力状態になるようにする必要がある。B工法の場合、プレフレクション荷重はA工法に比べ大きくなる欠点がある。

stage	施 工 段 階		
	A 工 法	B 工 法	
工 場	1	2	プレフレクションを行う
	2	3	リリースによりプレストレスを導入する(着色部)
	3	4	添接部を解体する
現 場	4	5	各ブロックを接続する
	5	6	部分プレストレス導入(着色部)
	6		完 成

図-1 ブロック工法の概要

A、B工法ともに添接部下フランジコンクリートの応力導入は現場で行う事になるが、その方法には3タイプ考えられ、その比較を図-2に示す。インケーブル方式およびアウトケーブル方式による部分プレストレスの実例を写真-1、写真-2に示す。インケーブル方式の場合、けた高が低い場合には、PC鋼材の重心位置がけた中立軸位置より上側となるためPC鋼材の量が増加し、その結果、部分プレストレス導入時に

鋼げた上フランジ断面が決定され、断面増加する場合がある。道路橋の場合には施工面からカウンターウェイト方式が適当と考えている。いずれの方法でも添接部下フランジコンクリートには確実に応力が導入できる。

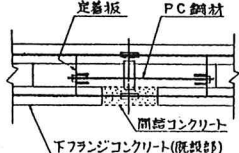
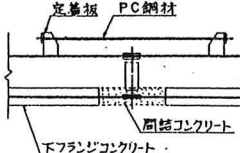
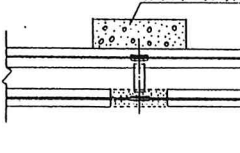
インケーブル方式	アウトケーブル方式	カウンターウェイト方式
		
鋼げたウェブに定着構造を設け、PC鋼材で添接部下フランジコンクリートにプレストレスを導入する。	鋼げた上フランジ上面にブラケットを取り付け、PC鋼材で偏心曲げを作用させた状態で間詰コンクリートを打設し、硬化後、緊張を解放し曲げプレストレスを導入する。	床版コンクリートを打設した後、前荷重を作用させた状態で間詰部コンクリートを打設、硬化後、荷重を除去し、曲げプレストレスを導入する。

図-2. 部分プレストレスの方法



写真-1. インケーブル方式による部分プレストレス

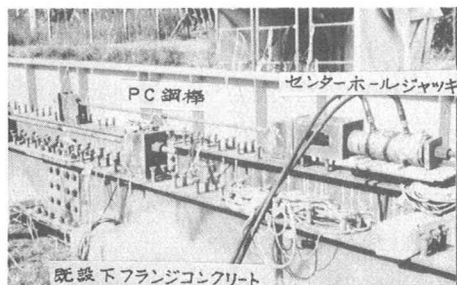


写真-2. アウトケーブル方式による部分プレストレス

2. 2 継手部の構造

継手部の性能を完全にするため、鋼げたはボルト接合とし、鉄筋は重ね継手と機械継手の併用、下フランジコンクリートの継目部はチップングし、間詰部分には膨張コンクリートを使用するのが適当と考えている。

3 模型実験⁽⁴⁾

3. 1 実験内容

模型実験はA工法の実用化を目指して試験体2本を用い、以下の点に着目して行った。図-3に試験体の寸法図を示す。

- (1) けた全体をプレフレクション・リリースする場合の鋼げたとコンクリートの橋軸方向の応力分布およびけた断面の応力分布。
- (2) リリース後、鋼げた添接の解放によるプレストレス損失がないかどうか。
- (3) アウトケーブル方式による添接部間詰コンクリートへの導入応力の効果。
- (4) 1本けたとしてのたわみ性状、耐荷力。

A工法における添接部の詳細を写真-3、リリースの施工状況を写真-4に示す。尚、インケーブル方式による部分プレストレスの効果はすでに確認済である。⁽⁵⁾

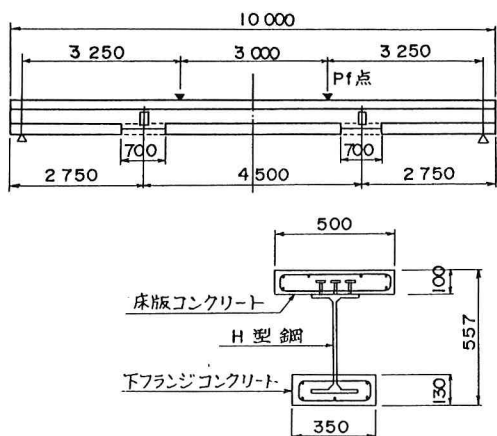


図-3 供試体寸法図

3.2 実験結果

(A) プレフレクション、リリース

プレフレクション、リリース時のけた断面のひずみ分布を図-4に示す。添接部以外は理論値と測定値がほぼ一致していることからA工法による応力導入が良好に行われている事がわかる。リリース時の理論値は鋼げたと下フランジコンクリートとの合成断面を用いた等断面の計算結果であるため、添接部では理論値と測定値との間には不一致が見られる。これについて図-5で詳細に検討する。図に示したひずみの値はそれぞれ添接部のプレフレクションおよびリリースの応力変化分である。測定値は鋼げたのみの断面を用いたもの

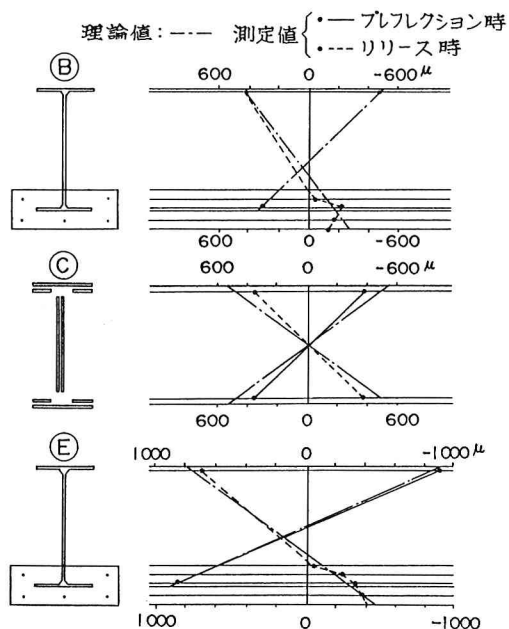


図-4 プレフレクション・リリース時のひずみ分布 (けた-1)

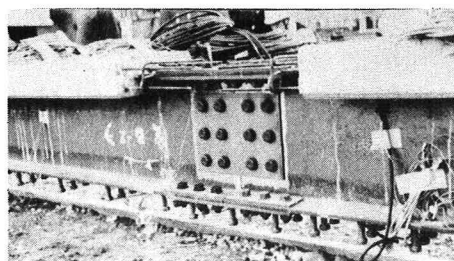


写真-3. 添接部の状況

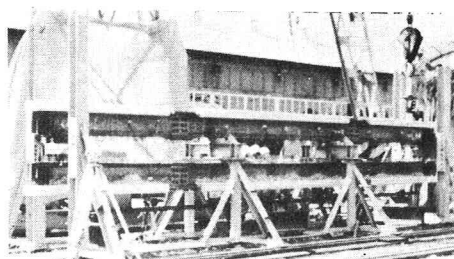


写真-4. リリースの施工状況

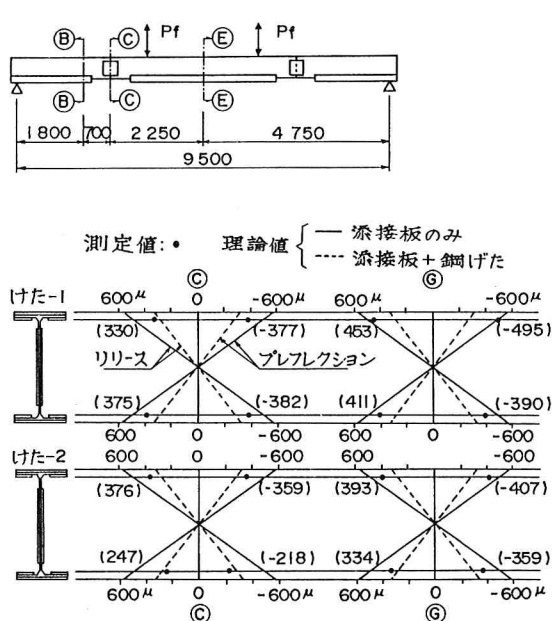


図-5 プレフレクション・リリース時の添接部のひずみ分布

と、添接板+鋼げた断面を考慮した理論値のほぼ中間値を示している。重要なことは、両者の比較よりも、プレフレクション時とリリース時のひずみの絶対値の比較であり、結果的に両者はほぼ等しいと言える。A工法においてはリリース後、鋼げた添接部を解体するが、今回の実験ではボルトには不均等の残留応力が残存していなかったため、添接部のH. T. Boltの解放が問題なく実施できた。尚、たわみ測定値は、鋼げた添接部の剛性増加を無視した理論値と良好な一致を示していた。

また、添接の解放によるコンクリートの導入応力損失量を測定したが、各ブロックの各断面のひずみ分布に変化がなく損失はなかった。

(B) 部分プレストレスについて

アウトケーブル方式で部分プレストレスを行った結果を報告する。今回、PC鋼棒定着点間を図-6のように3種変化させてその効果を確認した。結果を図-7に示す。理論値はいずれもはり理論による値である。これより、

- 1) 定着点間が最も短い添接部近傍のコンクリート被覆部のF'、H'の上フランジは、3次元的な応力の流れのためはり理論値とあわず、曲げの卓越するC、Gはよくあう。しかし、このように短い定着点間距離（1.3mで鋼げた高の約3倍）であっても、添接部ひずみ分布状況は鋼げた+添接板断面で計算した初等はり理論の値とほぼ一致しており、所期の目的を達したものと思われる。
- 2) 定着点間距離が1.7mと2.3mの場合、C、G断面のひずみ分布の測定値は、鋼げた部分でPC鋼棒の緊張および解放時とも鋼げたのみを用いた計算値と比較的よく一致する。けた-1のPC鋼棒緊張時、解放時のたわみ測定値を図-8に示す。両者とも理論値と良好な一致をみた。

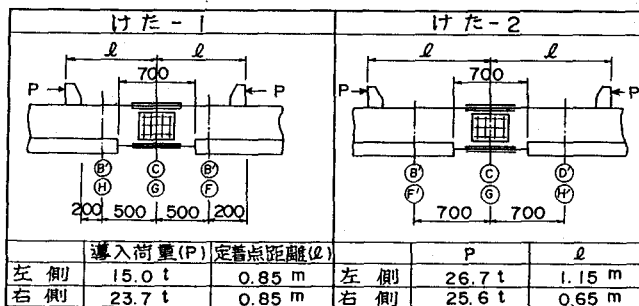


図-6 部分プレストレス略図

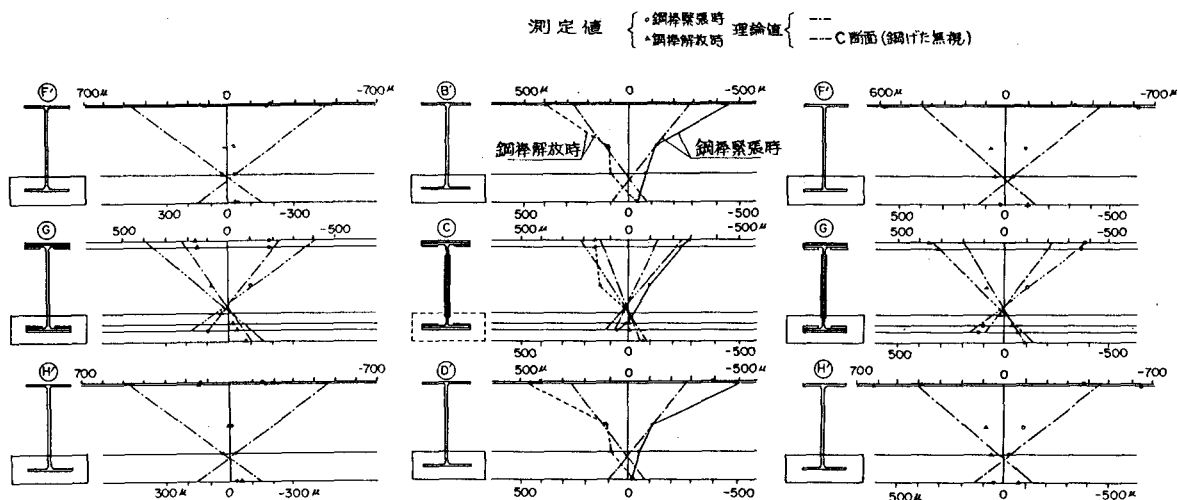


図-7 部分プレストレス時けた断面ひずみ分布

(C) 載荷試験

けたー1の載荷試験は上フランジコンクリート打設後15日目に実施した。図-9に完成げたの静的載荷試験による支間中央の荷重たわみ関係を示す。理論値①は全断面有効の場合であり、理論値②は下フランジコンクリートを無視した場合の状態である。ひずみおよびたわみの測定結果は従来の工法による既往の実験結果と大差はなく、ブロック工法の可能性が検証された。支間中央に着目した場合のひび割れ開口モーメントに対応する荷重 P の理論値は約4.5tであったが、荷重載荷点から少し支点側に寄った位置に約3tの荷重でひび割れが入ったため、図のような剛性の低下が見られた。しかしながら、8tの荷重での除荷および再載荷曲線の場合はほとんど理論値①の傾きに近く、このひび割れは問題ないと判断される。終局耐荷力は理論値15.0tに対し、15.2tであり、従来の単独げたと何ら変わる事はなく、十分な強度を有している事が確認された。

以上の試験結果および考察から本研究の成果として次のことが結論づけられる。

- (1) A工法による全体プレフレクションの妥当性が確認できた。
- (2) A工法による添接部の解体は、プレフレクション、リリースによるひずみの絶対値が等しい事から問題なくできた。ただし、施工においては自重の影響を若干考慮する必要がある。
- (3) アウトケーブル方式による部分プレストレスの場合、ケーブル定着点間距離については、けた高の3倍程度の距離を確保すれば、初等はり理論により添接部の応力評価が可能であり、継手機能が確保できるものと考えられる。ただし、膨張コンクリート併用によるケミカルプレストレス等についてもさらに研究を進める必要がある。

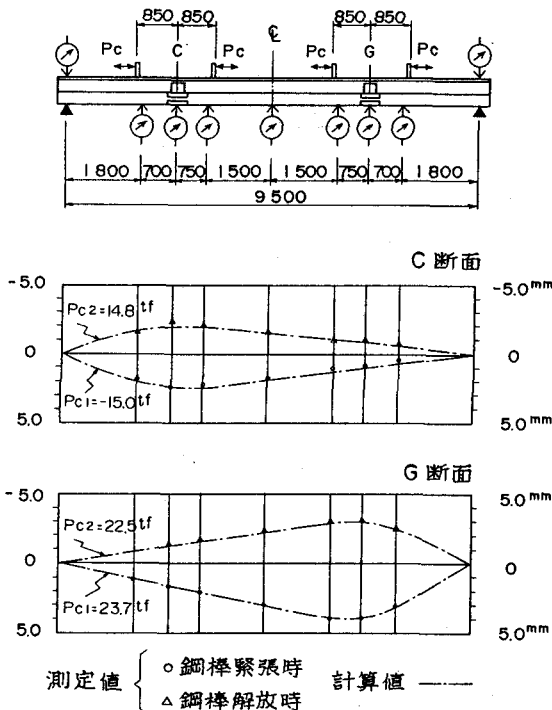


図-8 CおよびG断面への部分プレストレス時のたわみ分布(桁1)

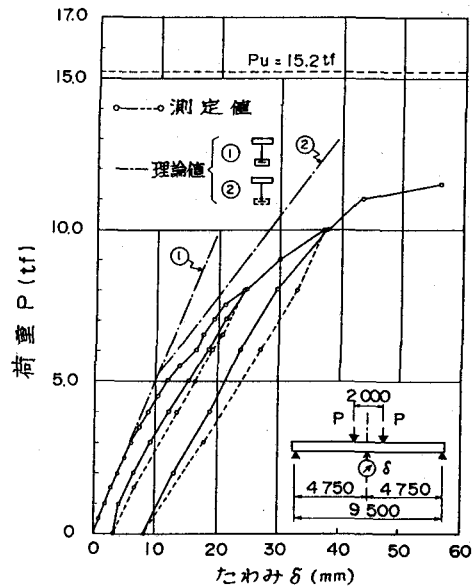


図-9 完成げたのE点(スパン中央)の荷重-たわみ関係(桁1)

4 実施例

プレビームのブロック工法の施工例を表-1に示す。これらはいずれもけた高制限の他、輸送部材長の制限、ヤードの確保が困難、架設重量制限等の制約によりブロック工法が採用されたものであり、模型実験による検証結果に基づいて施工された。写真-5は口羽跨線橋の竣工時の状況であり、美観的にも新旧コンクリートの打継目は異和感を与えていない。現在施工中の2橋における部分プレストレスの方法は、コンクリートブロックをカウンターウェイトとして導入する方法を採用した。これらの橋においてはインケーブル、アウトケーブル方式では必要導入応力が大きく、構造が複雑になるため、比較的容易に行えるカウンターウェイト方式としたものである。施工は床版打設後、橋上にコンクリートブロックを設置するもので、間詰部は後施工となっている。尚、この方法についても、現場測定を行う予定であり、後日機会を得て報告したい。

表-1 ブロック工法の実施例

	ブロック工法 Type	部分プレストレス 方式	橋 格	支 間 ^m	備 考
口羽跨線橋	B工法	インケーブル方式	歩道橋	19.4	1984竣工
金井橋	A	“	“	23.1	1986竣工
峠橋	A	カウンターウェイト方式	道路橋	30.2	1986竣工
宮福第五庄Bv	A	“	鉄道橋	36.5	1986
模型げた	A工法	アウトケーブル方式	模 型	9.5	1985実験

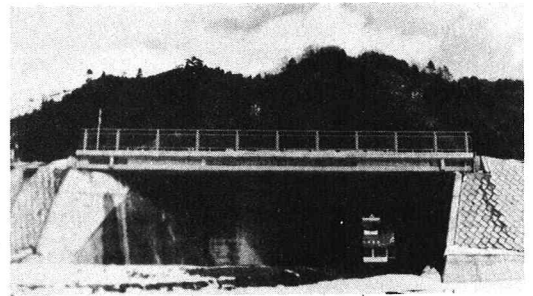


写真-5. 口羽跨線橋(竣工時)

5 あとがき

今まで行った模型実験および実橋の施工試験から、プレビームのブロック工法の設計、施工の妥当性が確認できた。今後はさらに施工性、経済性の向上を目指し、より合理的な間詰部コンクリートへの応力導入やブロック工法の最適化を推し進めていきたい。

参考文献

- 1) 渡辺、岩村、斉藤：プレビームの連続、連結、ブロック工法について、川田技報VOL. 3 / JAN. 1983.
- 2) 財団法人国土開発技術研究センター：プレビーム合成げた橋設計施工指針 第2版、昭和58年9月。
- 3) 前田、梶川、渡辺：断続合成げたの静的載荷試験、第35回土木学会年次学術講演会、1980。
- 4) 栗田、渡辺、山岸：プレビームのブロック工法に関する実験的研究、第40回土木学会年次学術講演会、1985。
- 5) 松井、渡辺、山岸：プレビームのブロック工法について、第39回土木学会年次学術講演会、1984。