

## (7) 多角形発泡スチロールを用いた現場打ち中空床版橋の提案

プレストレスト・コンクリート建設業協会	九州支部	正会員	○小嶺啓蔵
同	上	正会員	高須賀裕
同	上	正会員	藤本良雄
同	上	正会員	手嶋和男

### 1. はじめに

近年の建設産業における技術開発は目覚ましく進歩しており、PC建設業においても例外でなく、信頼性のある社会資本の創造に寄与するため常に努力を続ける必要がある。昨今の建設事業に向けられる国民の要求は、より良い構造物をより安く建設することであり、国際的な建設産業全般での国内外価格差の問題や、マイナス成長の経済情勢のなか、従来方式の構造や工法の大幅な見直しを迫られている。

円形断面鋼製内型枠を用いた従来方式の現場打ち中空床版橋では、桁高が1400mm以上、つまり円形型枠径が1100~1200mm以上になると型枠鋼板の増厚や浮力対策が増大し、工事費増に影響するとともに、断面効率の面で不利となり、コスト縮減を目的とした新しい構造の提案が望まれている。

これらの課題に対し筆者らは、多角形発泡スチロール型枠を用いることにより断面効率を向上させ、適用スパンを伸長させることにより工事費の低減を図ることを提案した。発泡スチロールは、部材高さが高くなるほど曲げ剛性が強くなり、型枠材としての取り扱いも容易であり、リサイクルピーズの使用など環境面での利点がある。反面、発泡スチロールは局部支圧に弱いため固定方法が困難であること、また表面の摩擦係数が大きいため型枠下面へのコンクリートの充填性が不明確であるなど、解決すべき課題がある。

そこで、実用化の拡大に向け固定方法の確立および、コンクリート充填性の確認のため、実物大供試体を作成し実験を行なった。この論文はその経過および結果を報告するものです。

### 2. 実験目的

発泡スチロール製型枠は、PC工場でのプレテンション方式床版橋では十分な実績があるが、現場打ち床版橋への採用実績は少ない。多角形発泡スチロール製内型枠を実構造物に適用するにあたり、以下のような課題が挙げられる。

#### ① コンクリート打設中の浮き上がり防止対策

プレテンションけたの場合は、桁幅が狭く側型枠にて反力をとることができるが、中空枠を並列に並べるような構造の場合は、底型枠からの治具により支持する方法となる。治具の形状によっては、コンクリート打設中に発泡スチロールが浮き上がり、破損することも考えられる。

#### ② コンクリート打設中の横ずれ防止対策

実構造物における発泡スチロール型枠の配置は、1個の橋軸方向寸法を2.5mとし3個を直列に配置したものを1ユニットとし、その長さを7.5mとしたものを基本とした。コンクリート打設時に、左右不均等に投入されると横方向にずれが生じやすく鉄筋のかぶりを確保できなくなることも考えられる。

#### ③内型枠下面へのコンクリート充填性

型枠形状を多角形とすることで断面効率の向上が得られるが、下面のハンチ角度によっては、コンクリートの進入度合いが変化し、また内部振動機のみによる締め固めとなるが下面中央部は有効振動範囲とならないため充填性の面で不明確である。

以上の課題を解明し、実構造物への適用を目的として以下の実験を計画した。

#### a. 下面ハンチ形状確認試験；確認課題③、②、①

b. 施工性確認試験；確認課題②、③、①

3. 実験概要

1) 供試体概要

a. 下面ハンチ形状確認試験

下面ハンチの勾配は、コンクリート充填性に影響し、なめらかにコンクリートが投入されない場合、打設時間あるいは効率の低下を生じさせる。ハンチ勾配を3種類選択し図-1のような供試体にて実験を行った。

ハンチ勾配は、立ち上がりを100mm減少させることにより主版自重4%の減少となるため、プレテンションけたと同程度の立ち上がり300mmを基本とし、200mm、100mmの3種類とした。けた高は、断面効率の向上により適応支間長を34m~38mとしたことと、その場合の支間桁高比を約24と考え、中間値の1500mmとした。また、床版厚は設計計算より24cmとした。

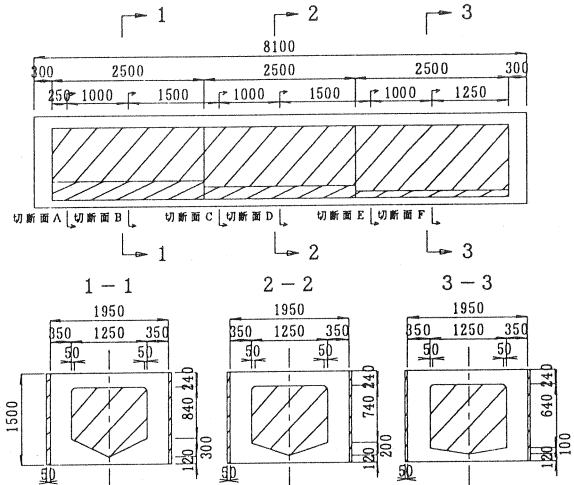


図-1. 供試体(1)の形状・寸法

b. 施工性確認試験

下面ハンチ形状確認試験で決定した発泡スチロール型枠を、並列に4個並べた図-2に示すような供試体にて、施工性確認実験を行った。実構造物は、一般的に横断勾配や縦断勾配を持ち、またそれは変化するので、横断方向勾配を2%傾けた。

実構造物と同様の施工を再現させ、将来のP R C化に向け、上下の軸方向鉄筋は太径のD25mmを配置した。供試体(1)の鋼材配置断面を図-3に示す。

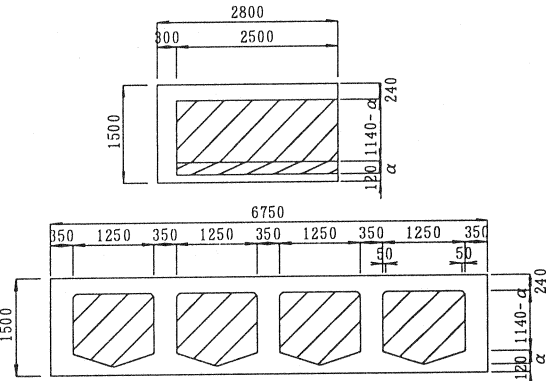


図-2. 供試体(2)の寸法・形状

2) 使用材料

(1) コンクリート

早強ポルトランドセメントを使用し、設計基準強度36N/mm<sup>2</sup>、スランプ12cm、空気量4.5%、粗骨材最大寸法20mmのコンクリートを基本とし、混和剤として高性能AE減水剤を使用した。

(2) 発泡スチロール

一般的にコンクリート用型枠に適用されるJISA9511に適合した膨張率70倍の材料を使用した。

3) 実験方法

供試体の製作場所は、現場打ち床版の施工状況を反映させ屋外とした。設置状況を写真-1に示す。

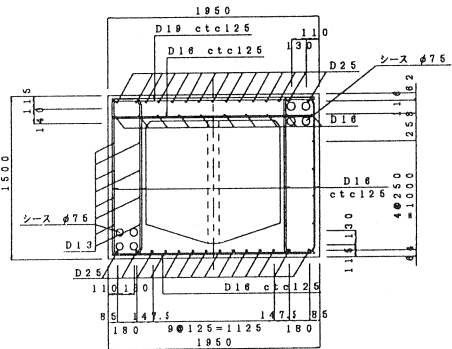


図-3. 配筋断面図

供試体(1)におけるコンクリート打設は、コンクリートポンプを使用し、内部振動機のみでの締め固めとした。投入は、①片方のウェブ(図-3においては右側)から発泡スチロール中段まで打ち込み、②逆側の下床版部にコンクリート舌先が確認できた状態にて、逆側のウェブに発泡スチロール天端まで打ち込み③上床版部の打設とした。

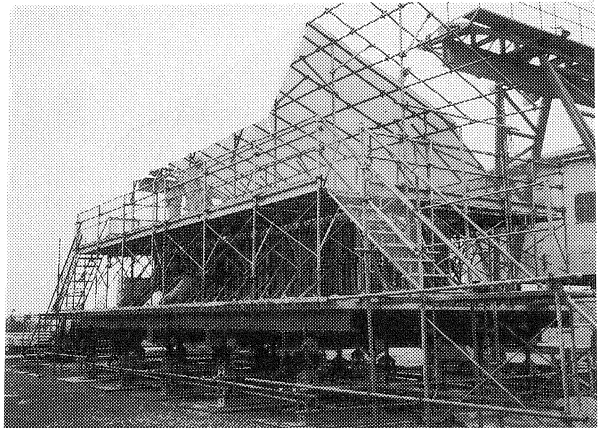


写真-1. 供試体設置状況

発泡スチロール型枠の変形や移動量を計測するため、図-1に示す切断面の計測をコンクリート打設時と硬化時におこなった。

4. 実験結果

1) コンクリート

アジテータにて搬入されたコンクリートの試験結果を表-1に示す。目標スランプの12cmに対し、やや固めの品質であった。また、ポンプの吐出口でのスランブロスも殆どなかった。

表-1. コンクリート材料試験結果

項目	目標値	試験結果		
		第1回	第2回	第3回
スランブ(c m)	12±2.5	11.5	11.0	11.0
空気量(%)	4±1	4.4	—	—

2) 発泡スチロールの変形・移動

(1) コンクリート打設時

コンクリート打設時におけるコンクリートの性状は、スランブ11cmでは流動性が小さく、特にシーブが上段に配置されているところでは通過性が低く、内部振動機使用によるウェブから下床版部分への充填は困難であった。内部振動機による下床版への締め固め範囲もウェブからおおよそ30cm程度と考えられた。その結果、打設方向からの過大な側圧が発泡スチロール型枠にかかり横移動を生じさせ、異なる打設方向による水平方向の回転も生じた。EPSの移動と共に鉄筋が全体的に移動したことが確認された。図-4にコンクリート打設前と硬化後における、ウェブ幅の変化を示す。

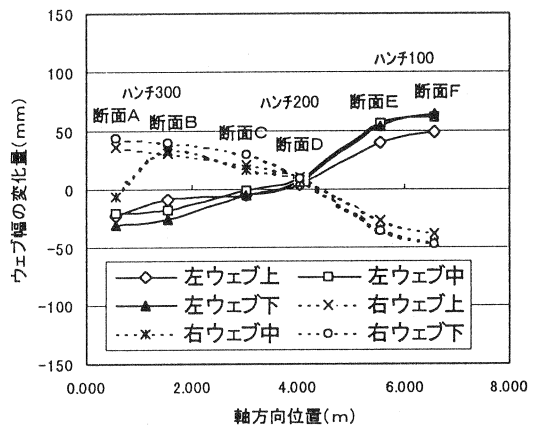


図-4. 切断面ウェブ幅の変化

浮き上がり量については、ハンチ300部が最も多く、支持部で5mm程度、支間部で8mmであり、ハンチ200は全体的に5mm、ハンチ100は投入側が0mmで他方が2mmであった。支持部での移動はチャンネル下部の発泡スチロールが圧縮変形したことにより生じた。ハンチ300が大きかったのは、内部振動機による締め固めを少々過大にかけたことが原因の一つと考えられる。圧縮変形については切断供試体にて確認した。また、支間中央の発泡スチロールのそりは、ハンチ300のみ約3mm生じたが、側圧および上揚力が他の形状より大きかったことが考えられる。

EPSの破損については、コンクリート打設中見られなかったが、鉄筋とのかぶりを確保するためのスペーサ部分の支圧板(80×80×2鉄板)は、EPSにかなり埋まり込んでいた。横方向の支持方法について再検討

する必要が生じ、再実験を行い決定した。

## (2) コンクリート硬化後

コンクリート硬化後の供試体を、図-1に示すA~Fの6カ所の位置で切断し、その断面での寸法を計測した。ハンチ 200 の切断面状況(切断直後)を写真-2に示す。

硬化後の計測値は、打設中の計測値とほぼ同様の傾向を示していた。ハンチ勾配が緩くなるにつれ、上床版厚は厚くなる傾向を示した。このことは、下床版へのコンクリートの充填度も問題もあるが、ハンチ勾配の変化により EPS を上へ押し上げようとする力が減少したことを示している。切断面B(ハンチ 300)の中央において、下床版厚が 18mm 厚くなっており発泡スチロールも 12mm 程度圧縮されている。一方、切断面D(ハンチ 200)ではその値が、10mm、0mm であり、ハンチ 300 の方が垂直方向の移動が大きかった。

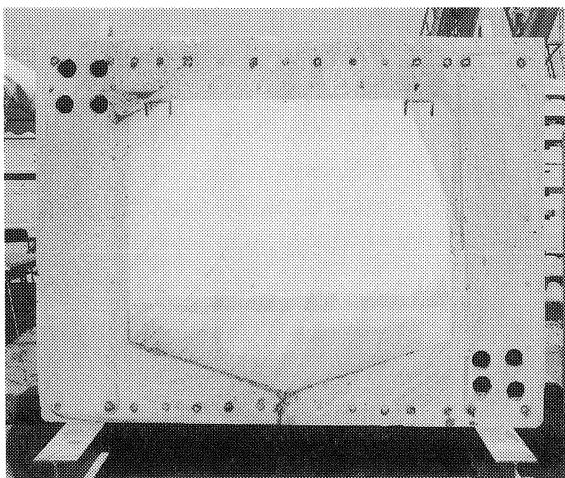


写真-2. 下床版ハンチ高 200 の切断面

コンクリートの充填度は、切断供試体の発泡スチロールを取り除くことにより確認したがハンチ 300 と 200 はほぼ満足しており、100 では中央約 30cm 幅が軸方向鉄筋に阻まれる形で全く充填されていなかった。

## 5. 考察およびまとめ

今回の実験では、EPS 形状におけるハンチ高さの決定、および EPS 位置形状維持のための浮き止め横ずれ対策を確認することにあつた。

ハンチ高さについては、コンクリート硬化後の切断供試体によりハンチ 100 は充填性の問題があり不適とされる。発泡スチロールの移動量はハンチ 300 とハンチ 200 では殆ど同様の結果であった。若干ハンチ 200 の方が少ないことは、コンクリート打設開始時に内部振動機の使用が多かったことも影響していると考えられるが、断面効率面で優れたハンチ 200 で充填性の問題はないと考えられる。

コンクリートの締め固めを十分に行うことを遵守すると、有効振動範囲としては下床版中央部は締め固めが全くなされていないこととなる。そこで、発泡スチロール型枠に鉛直に内部振動機用の挿入口(φ100mmを軸方向に 625mm 間隔)を設けることとする。この穴は、コンクリートの先端部を観察する役目も果たし、上床版打設時には簡易な蓋をすることで構造の変更を防ぐこととする。

EPS の浮き上がり防止対策としては、底型枠からの支持ボルトによるもので良いことが分かった。

EPS の横ずれ対策としては、スペーサーと支圧鉄板では能力的に不足と判断し、発泡スチロール型枠側面上下に板材補強を施し支圧面積を拡げ、上部は隣接するチャンネル材同士の溶接、下部は支持ボルトからの横方向支持をさせる方法とする。

## 6. さいごに

多角形発泡スチロールを場所打ち中空床版の内型枠に適用するにあたり設計施工上の問題点を実験により明確にした。発泡スチロールという柔らかい型枠材料の位置形状を保持するためには「施工マニュアル」を整備する必要があると考えられる。

最後に、この構造提案の機会を与えていただいた福岡北九州高速道路公社に感謝すると共に、ご指導・ご助言を頂いた関係各位に深く感謝の意を表し本報告の終わりとす。