

7. 鉄筋ユニットブロックによる 鉄筋コンクリート構造物隅角部配筋の省力化

大成建設株式会社
大成建設株式会社
大成建設株式会社

○ 猪口 泰彦
高倉 克彦
村田 裕志

1. はじめに

RC ボックスカルバートの隅角部では、壁と底版・頂版の主鉄筋が交差し、それに加えてせん断補強鉄筋や隅角部補強鉄筋、ハンチ筋等が配置される。このため、隅角部は鉄筋が高密度に配置され、組立が難しくなり、熟練技術を有した技能者による施工が必要となる。一方で、技能者は全体として減少の傾向にあり、また、大型工事の集中もあって技能者の確保も困難になりつつある。このため、隅角部の配筋を合理化・省力化することが求められてきつつある。

そこで、図-1 に示すように、隅角部の鉄筋をユニット化した工場製品として設置し、底版及び側壁の鉄筋を現地組立する方法を考案した。この鉄筋ユニットブロックの設置は、鉄筋工ではなく普通作業員でも施工可能となる。隅角部の複雑な配筋を現地組立不要とすることで、当該箇所の鉄筋組立労務を削減することも可能となる。

この鉄筋ユニットブロックが構造として成立することを確認するために、道路構造物の RC ボックスカルバートの隅角部を想定し、考案した配筋方法を適用した L 形の縮小モデル試験体に対して、正負交番載荷実験を行うことでその耐荷性状を確認した。

2. 鉄筋ユニットブロック概要

2.1 構造概要

鉄筋ユニットブロックの断面は、鉄筋を接続用鋼板 A に溶接して接続することで構成される。この鋼板を接続用鋼板 B に溶接し、積層することで 1 つのブロックを形成する。積層する間隔は鉄筋間隔相当としている。現地組立する鉄筋は、プレート定着型鉄筋とし、切欠きを設けた接続用鋼板 B にこの鉄筋を嵌合させることで定着する構造とした。鉄筋に発生した引張力は、主鉄筋⇒接続用鋼板 B⇒接続用鋼板 A⇒ユニット内の主鉄筋相当鉄筋と伝達される。この概念図を図-2 に示す。隅

角部補強鉄筋に相当する鉄筋を、ハンチと直角方向に配置することで、隅角部を開く方向に荷重が作用する際の割裂ひび割れに抵抗する。

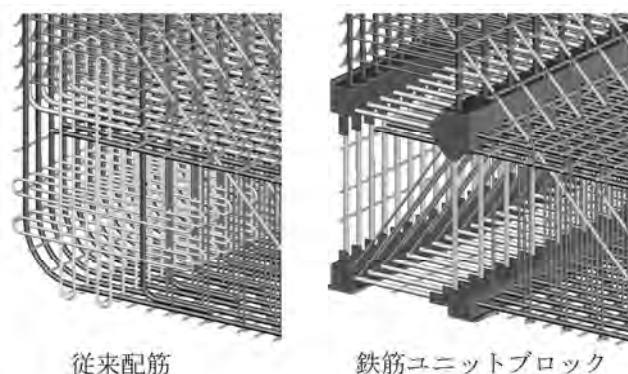


図-1 隅角部配筋の省力化イメージ

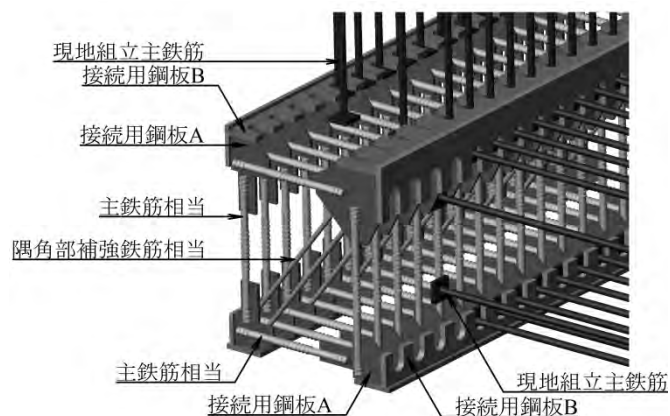


図-2 鉄筋ユニットブロック概念図

2.2 接続部の加工

現地組立する鉄筋との接続部の加工寸法を図-3 に示す。接続用鋼板 B の切欠きは、プレート定着型鉄筋の摩擦圧接により生じるバリ、施工余裕を考慮し、節の高さを含めた鉄筋径 D に両側 10mm ずつ加えた寸法とした。鉄筋に生じている引張力を伝達するためのプレートと接続用鋼板 B の掛け

代は、接続用鋼板 B の板厚 t の半分とした。

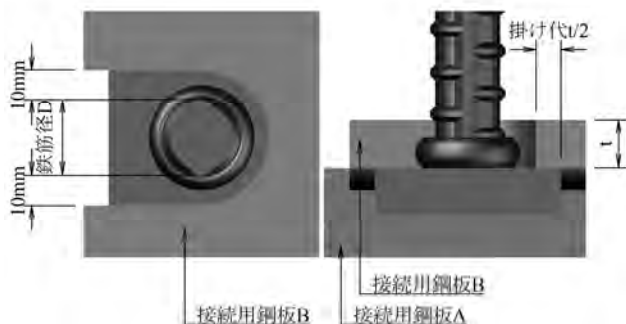


図-3 接続部の加工寸法

2.3 在来工法との比較

鉄筋ユニットブロックを開発するにあたり、工程、生産性、費用の面で在来工法と比較した。比較の対象としたのは道路構造物の RC ボックスカルバートで、図-4 に示す $5 \times 5\text{m}$ の範囲で延長方向 18m の鉄筋・型枠・コンクリートのみの構築工事である。なお、耐荷性状を確認した L 形の縮小モデル実験も同じ範囲を対象としている。

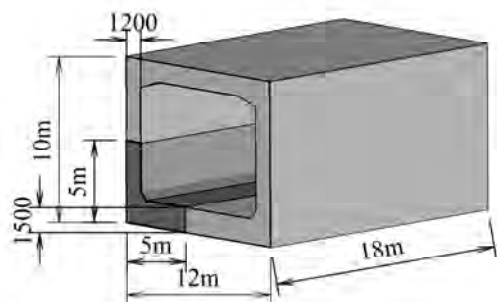


図-4 在来工法との比較範囲

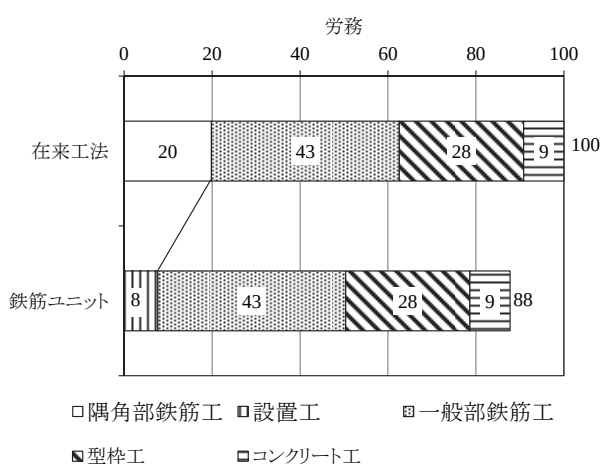


図-5 在来工法との労務の比較

生産性については、隅角部鉄筋組立の労務を比較した。ただし、在来工法では熟練した鉄筋工、鉄筋ユニットブロックを使用した場合は設置工として集計している。比較の結果、工程では 11%程

度の短縮を、隅角部の鉄筋組立に関する労務では 60%程度の低減を期待することができる。一方で、総鋼量の増加と鋼板の加工費の発生により、費用の面では 12%程度の増加が見込まれる。在来工法を 100 とした場合の比較結果を図-5 及び図-6 に示す。

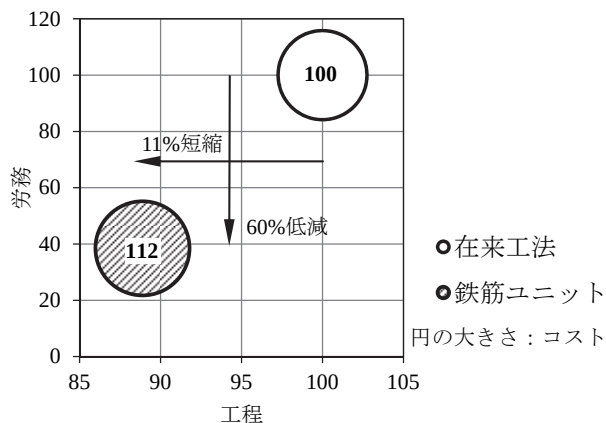


図-6 在来工法に対する位置づけ

3. 縮小モデル実験概要

3.1 試験体の制作

試験体の概要を図-7 に示す。試験体の製作及び載荷は、過去の実験的研究に倣って行った¹⁾。縮小モデルは実物の 1/2 サイズの底版と側壁を模擬しており、底版厚は 600mm 、側壁厚は 500mm 、構造物軸方向の試験体幅は 720mm とした。

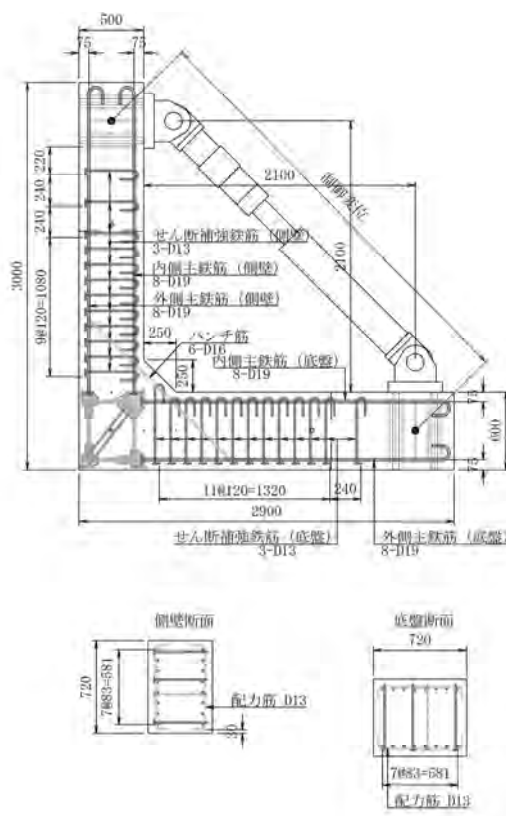


図-7 試験体の概要

主鉄筋として D19 を 8 本，せん断補強鉄筋として D13 を 120mm 間隔で配置した。ハンチ筋は主鉄筋の 1/2 の量とし，D16 を 6 本配置した。

写真-1 に示す鉄筋ユニットブロックを製作し，試験体の隅角部に適用した（写真-2 および写真-3）。この試験体の鉄筋組立労務は，従来配筋の場合と比較して 50%程度省力化された。ただし，写真-3 に示すように倒した状態で試験体を製作している。

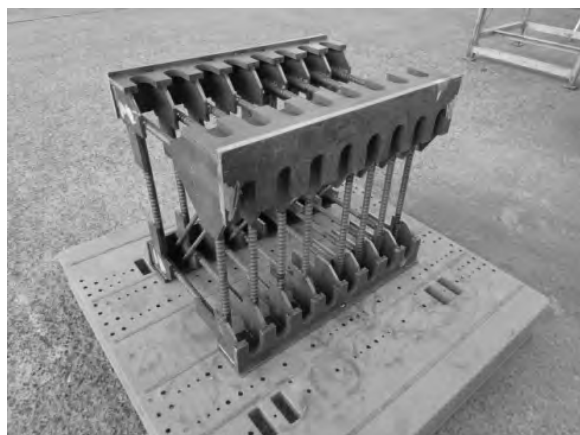


写真-1 鉄筋ユニットブロック



写真-2 鉄筋接続状況



写真-3 鉄筋組立完了

3.1 荷重実験概要

荷重方法は，自己反力で隅角部に正負の曲げモ

ーメントが作用するようにし，ジャッキの押す方向（内側引張）を正，引く方向（外側引張）を負として加力した。正負交番荷重においては，主鉄筋の降伏変位を $1\delta y$ （正負でそれぞれ $+1\delta y = +18\text{mm}$ ， $-1\delta y = -13\text{mm}$ ）とし，以降 $\pm 2\delta y$ ， $\pm 3\delta y \cdots$ と同一変位で 3 回ずつ正負に繰り返して変位制御によって荷重した。荷重実験時における材料強度を表-1 に示す。

表-1 荷重時における材料強度

材料		強度
コンクリート	圧縮強度 f'_c	37.6N/mm ²
鉄筋 D13	降伏強度 f_y	384N/mm ²
鉄筋 D16	降伏強度 f_y	401N/mm ²
鉄筋 D19	降伏強度 f_y	403N/mm ²

4. 実験結果と考察

従来配筋の試験体による実験結果¹⁾と，隅角部に鉄筋ユニットブロックを使用した場合の荷重変位曲線を図-8 に，履歴吸収エネルギーを図-9 に示す。ただし，履歴吸収エネルギー W は，式 (1) にて算定した各荷重ステップ毎の荷重変位曲線の近似面積である²⁾。

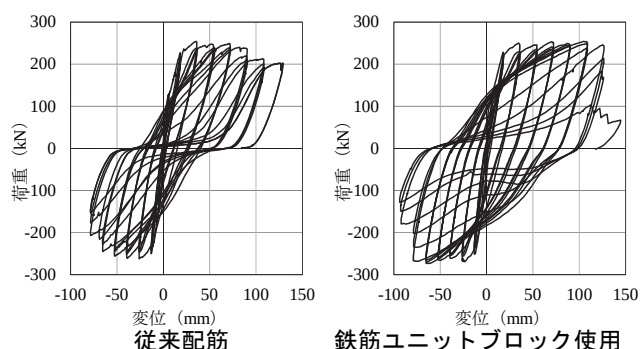


図-8 荷重変位曲線

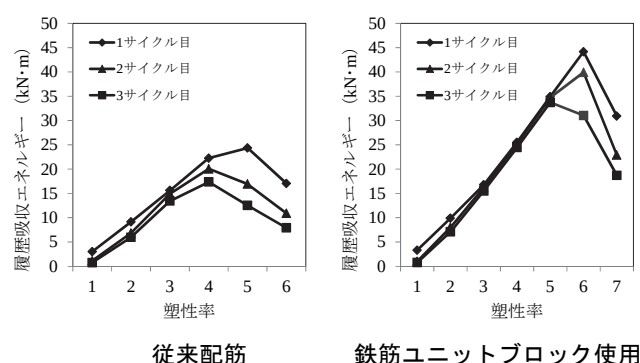


図-9 履歴吸収エネルギー

$$W = \sum_i \frac{1}{2} (P_{i+1} + P_i) (\delta_{i+1} - \delta_i) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで， W : 履歴吸収エネルギー

P_i : i 番目のデータ計測時における荷重
 δ_i : i 番目のデータ計測時における変位

最大耐力は従来配筋によるものと同等であった。荷重変位曲線は、従来配筋をしたものと比較して、特に 4δ 以降において大きく膨らみ、エネルギー吸収性能が向上している。履歴吸収エネルギーの比較からも、エネルギー吸収性能の向上が確認できる。

これらは、隅角部において鉄筋ユニットブロックがコンクリートを拘束し、従来配筋よりも剛なものとなったためであると考えられる。そのため、写真-4 に示すように、側壁基部に損傷が集中した。

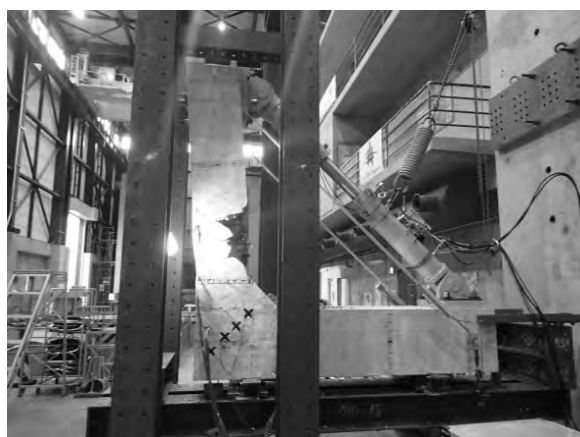


写真-4 実験終了時の試験体

$-6\delta y$ の 2 サイクル目にて、側壁内側のハンチ上部のコンクリートが剥落した。図-9 に示すように、履歴吸収エネルギーは、 $6\delta y$ の 2 サイクル目にてその増分が以前よりも小さくなり、同じく 3 サイクル目では $5\delta y$ の 3 サイクル目よりも小さくなっている。これらのことから、 $-6\delta y$ の 2 サイクル目において、側壁内側の主鉄筋が座屈したものと考えられる。

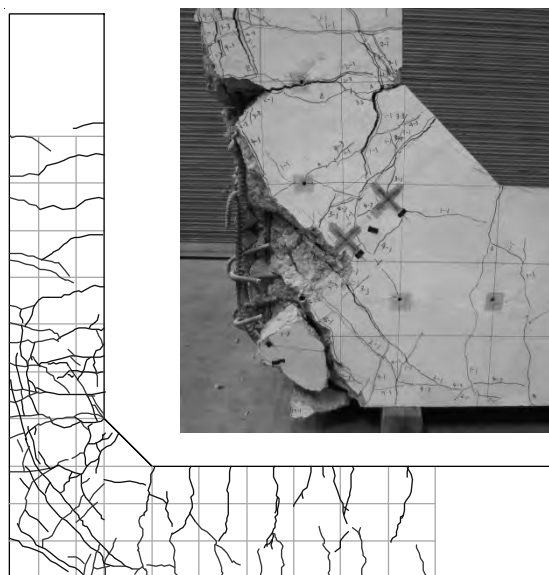
試験体の外観について、従来配筋した場合の実験結果との比較を図-10 に示す。鉄筋ユニットブロックを使用した場合その損傷は軽微である。これは、上述のごとく隅角部の剛性が高まったためと考えられる。また、鉄筋ユニットブロック内に、隅角部補強鉄筋相当として配置した鉄筋が、正載荷時の割裂ひび割れの抑止に効果的であったと言える。

5. まとめ

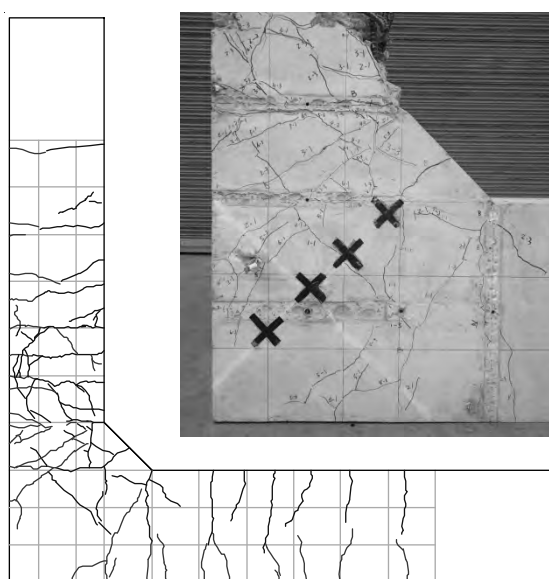
鉄筋ユニットブロックにプレート定着型鉄筋を嵌合させることで、隅角部の鉄筋の組立は簡便となり、省力化を実現できる。その規模は、隅角部鉄筋組立労務について従来配筋に対して約60%の低減と試算し、試験体作成においては同じく約50%の低減であった。

本実験の仕様の鉄筋ユニットブロックを使用すると、隅角部の剛性が高まり、エネルギー吸収性能が向上することを確認した。また、ハンチと直角方向に隅角部補強鉄筋相当の鉄筋を配置することで、正載荷時の割裂ひび割れの抑止に効果があることを確認した。

今後コストダウンを図るために接続部の加工を簡素化する検討を行う予定である。



従来配筋



鉄筋ユニットブロック使用

図-10 損傷状況とクラック発生状況

参考文献

- 1) 村田裕志・武田均：RC ボックスカルバート隅角部の配筋合理化に関する実験的研究，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，V-198，pp.395-396，2015
- 2) （独）土木研究所：橋の耐震性能の評価に活用する実験に関するガイドライン（案），2006