

現場打ちコンクリートの『吊り金物』のかぶり規定と

腹板孔明け工法による床版コンクリート施工技術の開発

JFE 工建(株) ○伊佐 和人 日大生産工(院) 清水 健介
日本大学生産工 木田 哲量

1.はじめに

近年、コンクリート構造物の構造形式の多様化に伴い、複雑な断面や高密度な配筋下でのコンクリートの打ち込みが要求されるため、打設には細心の注意を図る必要がある。しかし、このような条件下でコンクリート構造物の一つである床版コンクリートは一般のコンクリート構造と同じに扱われ、安易に施工される傾向にある。その結果、コンクリート床版に対しては施工不良に伴う損傷が問題となっている。

ここで、床版コンクリートを打設する際に型枠を設置する際の構造材料の一つとして用いられる型枠吊り金物(図-1)に着目しその問題点をみると、少数主桁橋に見られるようなフランジ上面からコンクリートを立ち上げる場合は、従来の吊り金物では、コンクリートのかぶり規定¹⁾を満足出来ないことがある。また、一方で型枠吊り金物は、コンクリート打設後にボルトの穴埋め処理が適切でない場合、穴埋め材の落下や鉄筋腐食によりコンクリート落下の原因となりうる。

そこで本論文は、上述の施工上の問題点を改善すべく開発されたフランジ上面からコンクリートを立ち上げる際にも、かぶり規定を満足させられる吊り金物の開発および吊り金物を用いないで床版型枠を設置する「腹板孔明け工法」の報告を行うものである。

2. 鋼材のかぶり規定¹⁾

道路橋示方書では、コンクリートと鋼材との付着を

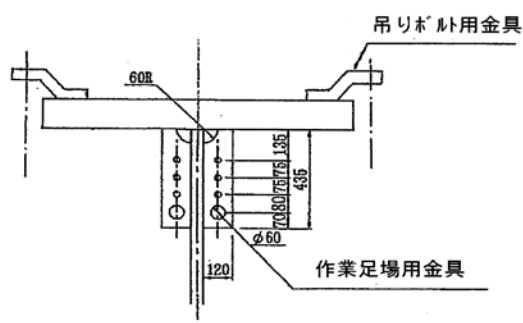


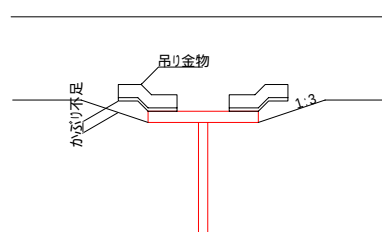
図-1 型枠吊り金具

確保し、鋼材の腐食を防ぎ、火災に対して鋼材を保護するなどのためには、鋼材を十分に包んでおく必要があるとしている。そのため、コンクリート中に配置される鋼材の最外面からコンクリート表面までの距離、すなわちかぶりの最小値を規定している。表-1に最小かぶり値を示す。

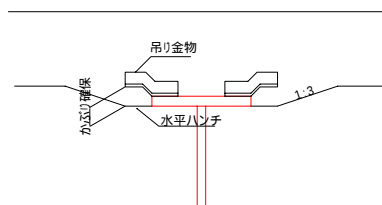
このことから床版コンクリート打設に際しては、通常、型枠吊り金物のコンクリートのかぶりの確保から上フランジ下端からであることが望ましいとされてきた²⁾。しかし、発注者によっては型枠を下端から延ばすと上フランジ厚部分のコンクリートが欠け落ちることもあり得るとの理由と少数主桁橋のようにフランジ厚が大きく上フランジ下端からコンクリートを立ち上げた場合、PC鋼線の緊張によってフランジ厚部のコンクリートが欠け落ちる恐れがある。そのためコンク

表-1 道示書に規定されるかぶりの最小値

部材の種類	け た		
	床版、地覆、高欄、支間10m以下の床版橋	工場で製作されるプレキャスト部材	左記以外のけたおよび支間が10mを超える床版橋
最小かぶり	3	2.5	3.5



(a) 通常のハンチ



(b) 水平ハンチ

図-2 ハンチの設け方

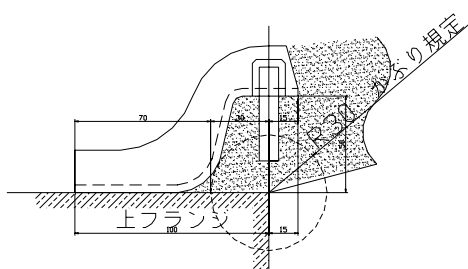
A Development of slab concrete building technology applying covering rule

of hoisting flange for concrete formed at site and web plate drilling method

By Kazuto ISA, Kensuke SHIMIZU And Tetsukazu KIDA

[illegible]

かぶり規定を厳粛した時の吊り金物取付位置
(KS吊り金物 t=4.5mm使用)



新タイプ

スタッドジベル 22φ

JIS規格

15

36

50

64

130

40

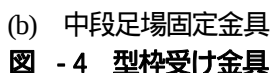
図-3 旧タイプと新タイプの吊り金物の比較

3. 従来の吊り金物と新タイプの吊り金物の比較

図3が示すように、従来製品の場合、かぶりを確保しようとすると吊りボルトがフランジ直上に来るため施工が不可能になる。しかし、新タイプの吊り金物はかぶりを確保し通常通りコンクリートの打設が可能となっている。

この工法の施工実績としては、第二東名高速道路駒瀬川橋や現在施工中の高知県の野友高架橋などが挙げられる。なお、本論文での解析は、第二東名高速道路駒瀬川橋をモデルとした。図-4に腹板孔明け工法を用いた型枠受け金具の設置方法を示す。

FEMの応力勾配図を図-6に、孔近傍の局部を除いた孔間の最大応力値を表-2に示すが、孔の有無による影響はほとんど無く、応力の流れは同等であった。



張出し部支保工はトラス組であるため、上部金具部には面外力が作用する。床版荷重、支保工自重、作業荷重などを含め、水平力 $H = 26.5\text{kN}$ (600mmピッチ) が作用する。

(a)孔無し (b)孔有り

図 - 6 応力勾配図

表 - 2 ボルト孔の影響 (N/mm²)

	孔無し	孔有り	比率
最大直応力度	205.6	205.6	1.00
最大せん断応力度	131.0	133.4	1.02

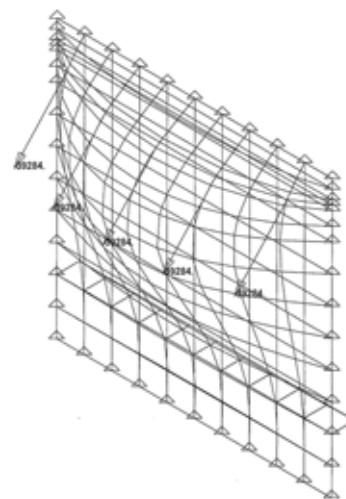


図 - 7 腹板の面外変形（腹板厚21mmの例）

表 - 3 面外力による腹板の変形解析結果

腹板厚 (mm)	21	25	29	35	39
最大面外變形量 (mm)	10.5	6.24	4.06	2.37	1.74

平力が作用した場合のFEM結果を図 - 7および表 - 3に示す。

解析は4辺単純支持としたが、実際は回転ばね支持であり、値は小さくなるものと考えられたが、この結果を元に、5mm以上の変形が生じた腹板厚25mm以下の部位は、主桁間にターンバックルを設けて面外変形を抑えることとした。なお、最小腹板厚21mmのときの最大応力は 112.3N/mm^2 であり、施工時の許容応力 262.5N/mm^2 に対しては十分に小さい値であった。

7. 主桁の面外曲げ³⁾

面外水平力により，腹板パネルのはらみと同時に，

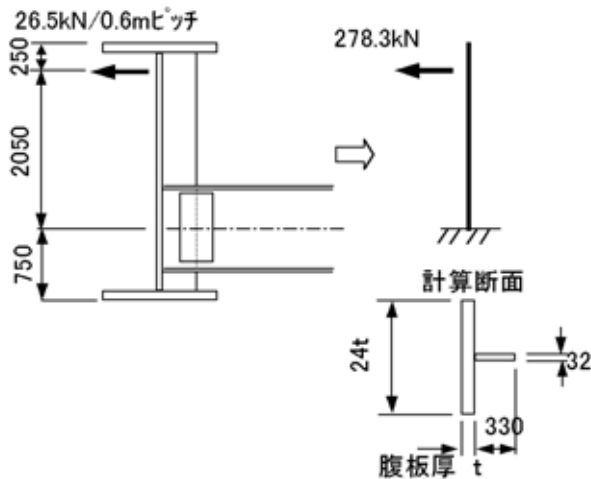


図 - 8 横桁フレームの変形計算モデル

横桁フレームの倒れ、主桁フランジの曲がりが生じることが考えられた。

最大腹板厚39mmの場合で、最大横桁間隔6.3mを用いて横桁フレームの変形を計算すると、12.4mmとなった。計算モデルを図 - 8に示す。

横桁間6.3mのフランジの曲がり、支持間隔を単純梁として計算し、最小フランジ断面1050×39に対しても1.2mm程度であった。

8. 腹板孔明け工法の経済性³⁾

型枠支保工を従来の吊金具を使用し、施工後切断する場合と、腹板孔明け工法との経済比較を表 - 4に示す。

これより、腹板孔明け工法を採用するに十分なコスト削減効果があると判断した。

表 - 3 従来工法と腹板孔明け工法の概算工費
(駒瀬川橋の上り線1連分、単位：千円)

	従来工法	孔明け工法	備考
材料費	1,384	0	
加工、取付け費	5,192	2,513	
塗装費	236	0	
小計	6,812	2,513	
切断、研掃費用	3,795	0	
塗装費	1,260	0	
吊りボルト孔処理	260	0	
孔埋めボルト材工費	0	533	
足場損料差	3,675	0	孔明け工法を0とする。
小計	8,990	533	
合計	15,802	3,046	

9. まとめ

従来の吊り金物では、かぶり規定を満足させられないような場合(上フランジ上端から型枠を立ち上げる等)でも、新タイプの吊り金物は、鋼材とコンクリートのかぶりを確保することが可能である。

腹板に孔を明けた場合でも応力の伝達は、孔を明けていない場合とほぼ同じであることをFEM解析により証明した。

最小腹板厚21mmのときでも腹板に生じる最大応力は 112.3N/mm^2 となり、施工時の許容応力 262.5N/mm^2 に対して許容内であることがわかった。

勝瀬橋における従来工法と腹板孔明け工法との施工の経済性を比較した結果、腹板孔明け工法の方が工費を約1/5にすることが出来た。

(謝辞)

新入社員の私にこのような論文の発表の機会を与えて下さったJFE工建株式会社、清水健介さんに感謝を申し上げる次第であります。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 共通編 鋼橋編
- 2) 社団法人日本橋梁建設協会：鋼橋のQ & Aシリーズ コンクリート床版編
- 3) 梶一、清水健介、庄司志津男、須藤聡、村松達生、石田照明：第3回道路橋床版シンポジウム講演論文集(土木学会)pp. 307～pp. 312