

## 締固めエネルギーに基づいた締固め性評価手法を用いたコンクリート施工計画の策定

鹿島・大成 JV 新東名高速道路河内川橋工事事務所 正会員 ○赤松 篤  
 大成建設(株)技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 俵積田 新也, 梁 俊, 畑 明仁  
 大成建設(株)技術センター 社会基盤技術研究部 フェロー会員 坂本 淳  
 大成建設(株)技術センター エグゼクティブフェロー フェロー会員 丸屋 剛  
 中日本高速道路(株) 東京支社 秦野工事事務所 正会員 原田 拓也, 朝廣 祐介

### 1. はじめに

新東名高速道路河内川橋(仮称)は、橋長約 770m の鋼・コンクリート複合バランスドアーチ橋であり、その内 P1-P4 間のアーチ部は、コンクリート部材であるアーチリブと鋼部材である補鋼桁等からなる。アーチと橋脚の交差部であるアーチスプリングは鋼殻構造となっており、その中でも先端ブロックは、コンクリート・アーチリブ箱桁断面とアーチ鋼殻中空断面の遷移区間でありアーチ鋼板型枠区間となっている。この区間は、上床版下面に鋼板が配置されており、ウェブ部に打ち込んだコンクリートを締固める振動機の挿入孔が鋼板部に明けられているが、その位置は制限される。そのため、この部材の施工計画においてコンクリートの充填が確保される振動機挿入間隔と振動時間を適切に設定する必要がある。

梁<sup>り</sup>により、コンクリートが鉄筋を通過して密実に充填されるために必要なエネルギー(以下、締固め完了エネルギー)を定量的に評価する手法が確立されている。本稿では、梁らの手法を用いてコンクリートの充填性を評価し、これを考慮して締固め方法を検討した内容について報告する。

### 2. 打設概要

検討箇所の概要を図-1 に、打ち込むコンクリートの配合を表-1 に示す。荷卸し地点での目標フレッシュ性状はスランプ 19.0cm, 空気量 4.5%, 打ち込み時(圧送後の筒先)の想定スランプ 17.0cm である。ウェブ部施工の際、ウェブ部と上床版の境界に存在する鋼板に明けた振動機挿入孔より、振動機を図-1 の矢印で示す方向に挿入して締固めを実施する。振動機を斜めに挿入するため、鉄筋間にスパイラル鋼のガイドを設置する。振動機挿入孔は鋼板上のスタッドやリブに

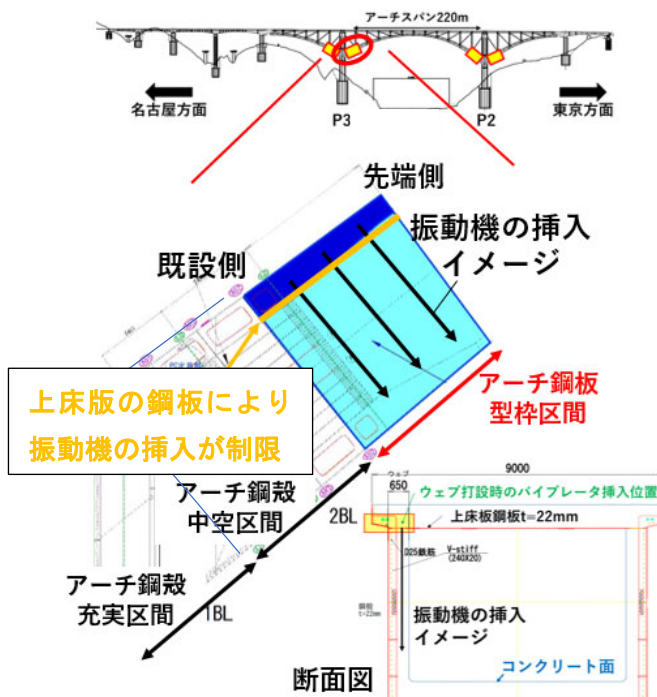


図-1 検討箇所概要

表-1 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
		W	C	EX	S	G	Ad
41.0	47.3	169	392	20	814	907	P×0.70%

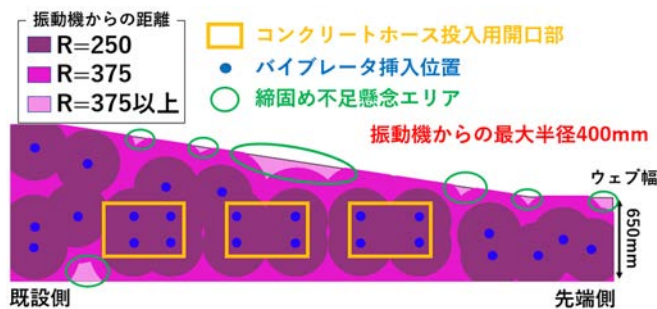


図-2 振動機の挿入間隔と締固め範囲の予想図  
(ウェブを真上から見た図)

キーワード 締固め完了エネルギー, 鉄筋間隙通過性, 加速度伝播

連絡先 〒258-0123 神奈川県足柄上郡山北町湯触 322-1 TEL 0465-77-3002

より図-2 に示す位置に限定される。図-2 より、各振動機の締固めに必要な振動エネルギーの伝播範囲は半径 375~400mm であることが分かる。本検討では、締固め完了範囲:半径 400mm を満たす振動条件を定めることを目的に、使用するコンクリートの締固め完了エネルギーおよびコンクリート内での振動エネルギーの伝播効率を測定した。

### 3. 試験概要

締固め完了エネルギーおよび振動エネルギーの伝播効率の測定は梁 1 本の手法により実施した。測定には表-1 に示す配合のコンクリートを用い、施工時のスランプ 17.0cm となるように混和剤量や練上がり後の静置時間を調整した。測定に用いる振動機は実施工に使用予定の  $\phi 50$  (mm) の振動機とした。

### 4. 試験結果

図-3 に締固め完了エネルギー、図-4 に振動エネルギーの伝播効率の測定結果をそれぞれ示す。図-3 の締固め指数は鉄筋純間隔 (mm) を鉄筋径 (mm) で除した値であり、締固めの難度を表している<sup>1)</sup>。また、図-4 は振動時間 15 秒における、振動機からの各距離での累積エネルギーを示している。ウェブ部の配筋条件は締固め指数 4.7 (鉄筋純間隔=150mm / 鉄筋径=32mm) であるため、図-3 の結果より本施工条件における締固め完了エネルギーは 13.0J/L であることが分かる。また、図-4 より、 $\phi 50$  の振動機で 15 秒振動をかけた際、図-3 より得られた締固め完了エネルギー 13.0J/L 以上の振動エネルギーが得られる範囲 (以下、締固め完了範囲) は、振動機から 378mm 以下であった。以上の結果より振動時間 15 秒では締固め完了範囲 400mm 程度を満足しない結果となった。コンクリートの密実な充填をより確実にするために図-2 に緑円で示した箇所については、より締固め完了範囲を広げるための改善策を検討することとした。締固め完了範囲を広げる手段としては、コンクリートのワーカビリティを向上させるほか、振動時間を長くすることや、振動機をより径の大きなものに変更する方法が考えられる。コンクリートの配合を再検討するには、検討時間などを要すること、振動時間を 15 秒以上とする場合には材料分離が生じる危険性のあることを考慮して、該当箇所の締固めには  $\phi 60$  の振動機を使用することを検討した。 $\phi 60$  の振動機による締固め完了範囲を、上記と同様の手順で求めた結果、締固め完了範囲は振動時間 15 秒で半径 454mm であり、目標値の締固め完了範囲 400mm を満足する結果であった。

以上の検討より修正された締固め計画を図-5 に示す。締固め不足の懸念される箇所は振動機の径を  $\phi 50$  から  $\phi 60$  に変更し、実際の施工においても、この計画に準じ密実な充填を行うことで、ウェブ部の品質確保が出来た。

### 5. まとめ

本稿では、コンクリートの締固めエネルギーに基づいた締固め性の評価手法を用いて施工計画を検討する手法の例を示した。同手法を用いることで、充填不具合を防ぐほか、作業効率の向上にも資する検討が可能であることが考えられる。

### 参考文献

- 1) 梁俊ほか：鉄筋間隙を通過するコンクリートにおける締固めエネルギーに基づいた締固め性に関する研究，土木学会論文集，Vol.75，No.2，pp.142-156，2019.2

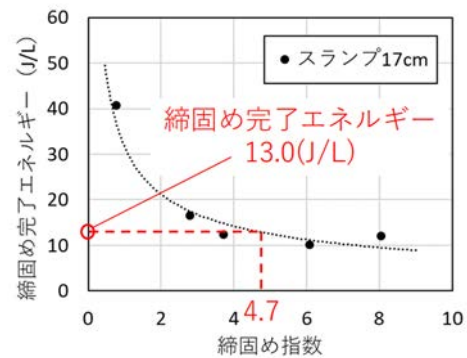


図-3 締固め完了エネルギー測定結果

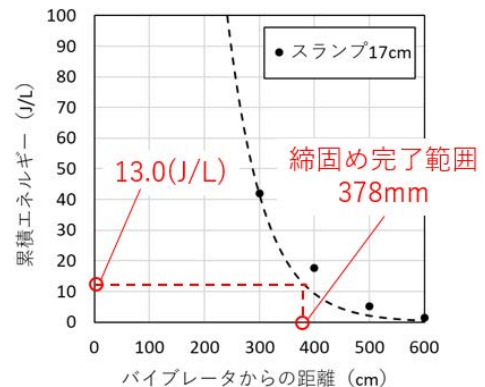


図-4 振動エネルギー伝播効率の測定結果

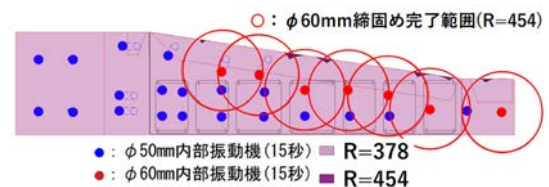


図-5 修正後の締固め計画