

水平バイブレータによる下床版ハンチ部の気泡低減効果

川田建設(株) 正会員 工修 ○札立 重好
 川田建設(株) 後藤 賢二
 川田建設(株) 柳澤 則文
 川田建設(株) 菅澤 文博

1. はじめに

PC箱桁橋断面の下床版ハンチ部(写真-1参照)は、いわゆる浮き型枠であり、コンクリート締固め時に上昇した気泡やブリーディング水が型枠面に残留するため外見を損なうだけでなく、応力方向が急変する隅角部に弱点を残す要因となる。通常、下床版ハンチ部の締固めは、ウェブ上方から棒状バイブレータをハンチ脇に挿入して行っている。また、近年では、バイブレータの振動部に長尺の柄を取付けた特殊バイブレータが導入されており、これを下床版からハンチ部下方に挿入して締め固める方法も併用されている。

しかしながら、ハンチ部のコンクリートに直接バイブレータを挿入することは、ウェブ・下床版ともPC鋼材や鉄筋が密に配置されているため困難である。一方、バイブレータの挿入ができなかったトンネルの二次覆工天端部の締固めでは、打設前に予め水平方向に挿入配置したバイブレータ(以下、水平バイブレータ)を打設時に振動を加えながら引抜く方法が用いられ、空隙など充填不足の改善に大きな効果を得ている。本文では、トンネルと同様の手法を下床版ハンチ部の締固めに適用することにより、気泡等の発生がどの程度低減されるかその効果を確認するため、いくつかの基礎試験を行った。ここでは、その結果について報告する。

2. 試験概要

試験は、40-12-20Hのコンクリートを使用してPC箱桁橋断面のハンチ部をモデル化した図-1、写真

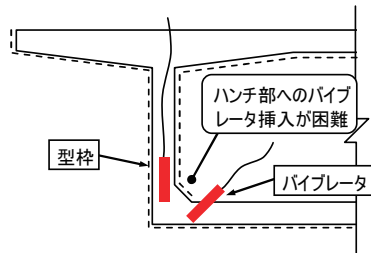


写真-1 PC箱桁断面の下床版ハンチ部

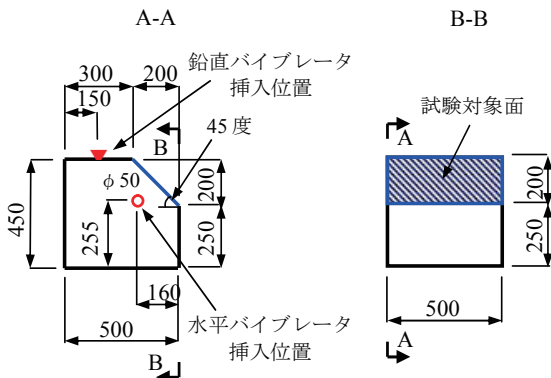


図-1 試験体寸法 (単位: mm)



写真-2 試験体と水平バイブレータ

表-1 試験ケース

試験ケース	締固め方法 〔使用したバイブ レータの径:40mm〕	締固め時間 (秒)	
		鉛直バイ ブレータ	水平バイ ブレータ
V	鉛直バイブレータ のみの使用	15	/
		60	
		120	
H	水平バイブレータ のみの使用	/	15
			60
			120
V + H	鉛直, 水平 バイブレータ の併用使用	0	0
		15	15
		30	30
		45	45
		60	60
		120	120



写真-3 試験状況

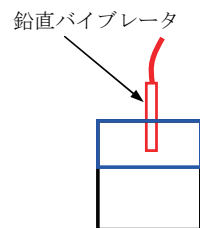
図-2に示す寸法の型枠に通常の締固めを行いながらコンクリートを投入し、型枠天端までコンクリートの充填が完了した後、3つの締固め方法により所定の時間までバイブレータ（鉛直〔振動体：径43mm×長さ330mm，周波数240Hz〕，水平

〔振動体：径43mm×長さ360mm，周波数240Hz〕）を作動させて実施した（表-1参照）。試験ケースVは鉛直バイブレータのみの使用，試験ケースHは水平バイブレータのみの使用，試験ケースV+Hは鉛直・水平バイブレータの併用使用である。なお，ケースHおよびケースV+Hについては，型枠内へコンクリートを投入する前に予め水平バイブレータを挿入配置し，所定の締固め時間に達した時点で，図-2に示すように矢印の方向へ振動させたままゆっくりと引抜いた。

写真-3に試験の状況を示す。試験実施後，締固め方法の違いによるハンチ面（図-1ハッチング箇所）の気泡残留状況を確認するため，脱枠後にハンチ面の残留気泡をスケッチし，2値化処理を行った，空隙率として算出した。

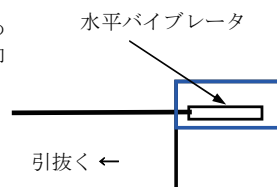
*ケースV

各所定の時間締め固めを行う



*ケースH

各所定の時間締め固めを行い，矢印の方向へ引抜く



*ケースV+H

鉛直，水平の両方を同時に作動させ，各所定の時間締め固めを行い，水平バイブレータは矢印の方向へ引抜く

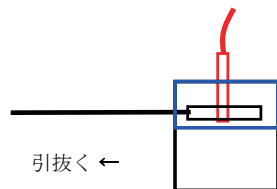


図-2 試験方法

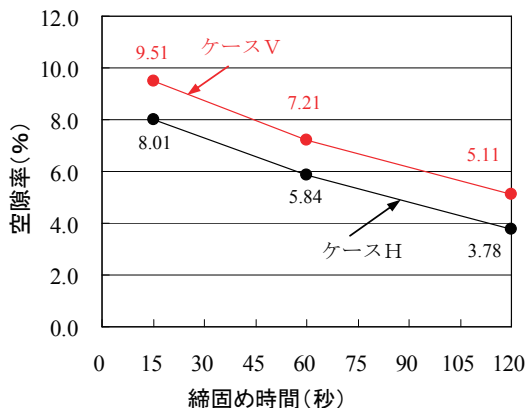


図-3 空隙率 (ケースV, H)

3. 試験結果

3.1 ケースV, H (鉛直あるいは水平バイブレータのみの使用)

バイブレータを鉛直方向のみに使用したケースV, 水平方向のみに使用したケースHについてそれぞれ所定時間締め固めを行った後の空隙率の算出結果を図-3に示す。ケースV, Hとも締め固め時間を増加させるに伴い空隙率も減少している。一方, ケースHはケースVより全締め固め時間において1.33~1.50%空隙率が減少している。

3.2 ケースV+H (鉛直, 水平バイブレータの併用使用)

バイブレータを鉛直方向と水平方向との2方向同時に使用したケースV+Hの代表的な3つの締め固め時間について空隙率の2値化画像を図-4, それぞれ所定時間締め固めを行った後の空隙率の算出結果を図-5に示す。図-6には, ケースV+Hと前述のケースV, ケースHの空隙率の算出結果をあわせて示す。図-4, 図-5より, 空隙率は, 締め固め時間の増加に伴い減少し, その減少量は, 15秒間締め固めることで3.83%と大きく減少する。その後, 15秒ずつ増加させ30秒では0.35%, 45秒では0.81%, 60秒では1.08%と空隙率の減少量は徐々に大きくなる。さらに60秒増加させた120秒では2.04%減少するが, 60秒

総締め固め時間：0 秒	総締め固め時間：15 秒	総締め固め時間：30 秒
写真	写真	写真
2 値化画像(空隙率:10.13%)	2 値化画像(空隙率:6.30%)	2 値化画像(空隙率:5.95%)
総締め固め時間：45 秒	総締め固め時間：60 秒	総締め固め時間：120 秒
写真	写真	写真
2 値化画像(空隙率:5.14%)	2 値化画像(空隙率:4.06%)	2 値化画像(空隙率:2.02%)

図-4 空隙率の2値化画像 (ケースV+H)

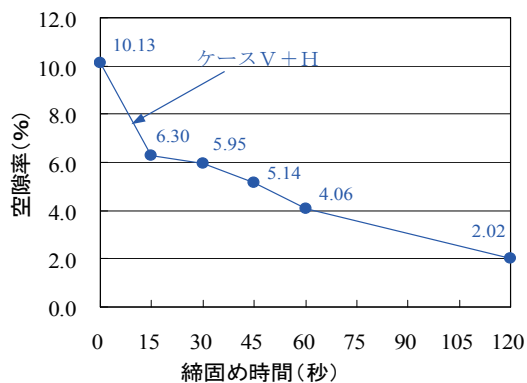


図-5 空隙率 (ケースV+H)

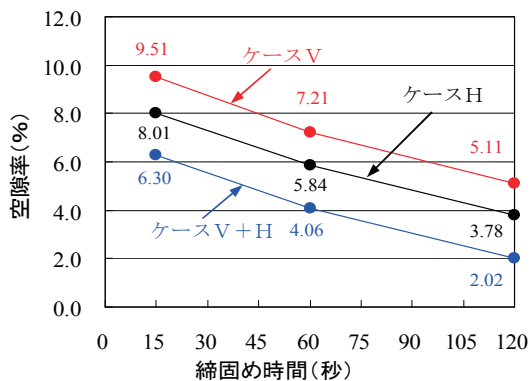


図-6 空隙率 (ケースV, H, V+H)



締固め時間：15秒

締固め時間：60秒

締固め時間：120秒

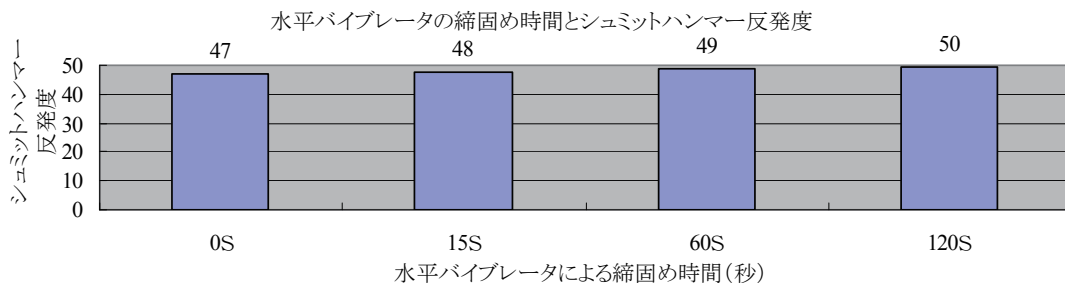


図-7 試験体切断面 (ケースV+H) とシュミットハンマー反発度

までの15秒単位では、45秒から15秒増加させた60秒が最も大きい減少量となる。また、図-6より、空隙率は、ケースVと比べて3.09~3.21%、ケースHと比べても1.71~1.78%減少している。図-7にケースV+Hにおける代表的な3つの締固め時間について試験体の切断面状況およびシュミットハンマー反発硬度を示す。水平バイブレータで最大120秒締め固めても顕著な材料分離は認められず、反発度は締固め時間の増加に伴い、若干増加する傾向となった。

4. まとめ

通常行っている鉛直方向からの締固めよりも、バイブレータを水平方向に挿入し締め固めたほうが空隙率の低減に対して効果が認められ、各々単独方向に締め固めるよりも併用したほうがより効果的であることがわかった。また、締固め時間を長くすると空隙率は減少し、バイブレータの併用使用の場合、締固め時間を60秒以上とすることでその効果は大きくなると考える。

今回、下床版ハンチ部を部分的にモデル化した試験では、水平バイブレータにより空隙の減少を確認できた。今後、下床版・ウェブを加え、橋軸方向寸法を考慮した実物大の試験体により水平バイブレータの効果を確認したいと考えている。