

# 報告 ジベル下部の空隙減少のためのコンクリートの配合検討

岸村和守\*1・原 進\*2・小山完治\*3・村上祐治\*4

**要旨：**河川護岸のL型擁壁の背面に設置される広幅鋼矢板を補強材の代替材料として用いてコスト削減を行った。広幅鋼矢板とコンクリートを一体化させる目的でジベルを水平に取り付けたが、ジベル下部に空隙が生じる可能性があるため、ジベルを配したモデル供試体により実験を行った。その結果、形状がHのように下部に閉ざされた空間を持つジベルでは、現状のコンクリートに比べ、高性能AE減水剤を用いてスランプを15cmにしたコンクリートの方が有利であることが判明した。

**キーワード：**一体化構造, ジベル, コスト削減, 高性能AE減水剤, プリーディング

## 1. はじめに

石神井川は東京都小平市鈴木町にその源を発し、田無市、保谷市、練馬区を經由して北区で隅田川に流入する河川延長約25km、流域面積約62km<sup>2</sup>の都内の河川としては比較的規模の大きい都市型河川であり、本工事はその中流に位置している。石神井川整備工事は、現在、30mm/h程度の降雨に対応できる流量を50mm/h程度までに増加させるため、流下断面積が広いL型擁壁を採用した護岸改修工事である。

本工事は社会的な要請からVE提案を行い、背面鋼矢板として断面性能の優れた広幅鋼矢板を使用すること、従来仮設材として使用していた鋼矢板を本体構造の補強材の代替材料として用いることによりコスト削減を行った。広幅鋼矢板を補強材料として用いるため、広幅鋼矢板とコンクリートを一体化させることが重要となる。

本工事で用いるジベルは細幅系列のH形鋼300×150×6.5×9mm、 $l=200$ mmのウェブを中央部から切断したT字型のものを、広幅鋼矢板に溶接して水平に取り付け

る予定である。

そこで、本報告はジベル下部に生じるプリーディングなどによる空隙を低減することを目的にして、コンクリートの配合及びジベルの形状を変化させてモデル実験を行い、最適なコンクリートを選定した結果を報告するものである。

## 2. 工事概要

工事件名：石神井川整備工事

企業者名：東京都建設局

工事場所：東京都練馬区高野台から富士見台

護岸工の完成断面図を図-1に示す。また、鋼矢板に取り付けるジベルの配置図を図-2に示

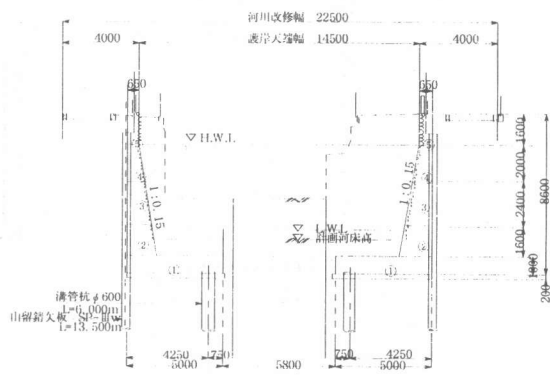


図-1 護岸工断面図

- \* 1 (株)間組 東京支店 土木部第2工事グループ 主任 工修(正会員)
- \* 2 東京都建設局第4建設事務所工事第2課 主任(正会員)
- \* 3 東京都建設局第4建設事務所工事第2課 課長
- \* 4 (株)間組 技術研究所 技術研究部 土木研究室 工博(正会員)

す。

### 3. モデル実験方法

#### 3.1 供試体

コンクリートの種類、ジベルの形状及びジベルに開けた孔の有無の実験要因と実験ケースを表-1に示す。実験は①ジベル内の孔の有無による影響、②コンクリートの影響、③ジベル形状の影響について検討した。

実験に使用した供試体の詳細図を図-3及び図-4に示す。ジベル形状Aシリーズは図-3のように20cm×15cm×厚さ6mmの鉄板を用い、孔を開けていないジベルと空気が抜けやすくするためにφ50mmの2個の孔を有するジベルとした。また、ジベル形状Bシリーズは図-4のようにH形鋼300×150×6.5×9mm、 $l=200$ mmをウェブ中央部から切断して「 $\perp$ 」としたジベルを20度傾けた場合を用いた。これは、押抜きせん断および引抜きせん断に対し抵抗力が大きいジベルとしたものである。

#### 3.2 コンクリートに用いた材料及び配合

コンクリートに用いた使用材料を表-2に示

表-1 試験ケース

コンクリートの種類	スランブ8cm AE減水剤使用		スランブ12cm 流動化剤使用		スランブ15cm 高性能AE減水剤使用	
	A	B	A	A	B	B
ジベル形状	—		—		—	
孔の有無	無	有	有	無	有	有

表-2 使用材料

項目	内容
セメント	高炉B種セメント 比重=3.04
細骨材	栃木県佐野市産 比重=2.62,吸水率=1.05%
粗骨材	埼玉県秩父郡産 比重=2.70,吸水率=0.42%
混和剤	AE減水剤:リク <sup>®</sup> ニソルホン酸,流動化剤:ホ <sup>®</sup> リスフレソルホン酸,高性能AE減水剤:ホ <sup>®</sup> リカルホン酸

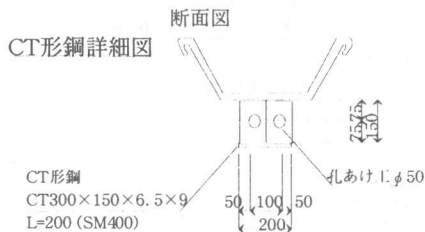
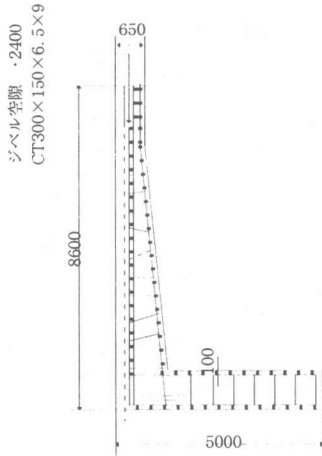


図-2 ジベル型鋼図

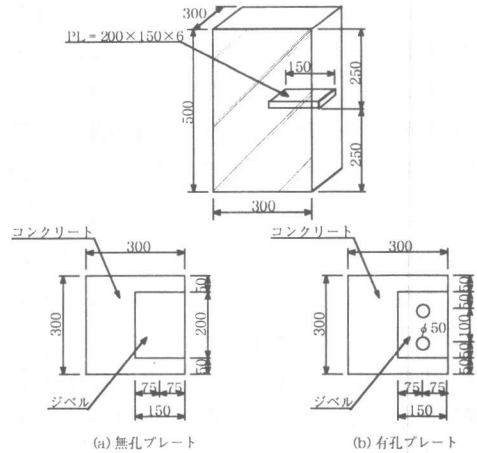


図-3 ジベルを模擬した供試体

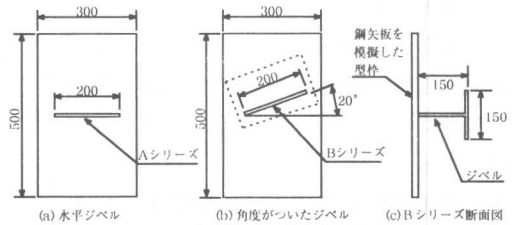


図-4 ジベルの設置角度

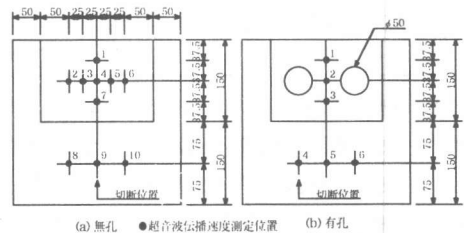


図-5 超音波による測定位置及び切断位置

す。実験に使用した3種類のコンクリートの配合を表-3に示す。

表-3 ジベル実験に用いたコンクリートの配合

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
現状	20	8	4.5	62.4	46.0	156	250	865	1029	0.88
流動化剤	20	8→12	4.5	62.5	47.5	158	253	888	998	0.89
高性能AE減水剤	20	15	4.5	52.3	47.9	157	300	880	974	3.60

現状のコンクリートは工事現場近傍のプラントで製造されているコンクリートである。流動化剤を用いたコンクリートは現状配合を元に標準型の流動化剤を添加してスランブを4cm増加させたコンクリートである。この際、細骨材率及び単位水量に若干の補正を加えている。

高性能AE減水剤を用いたコンクリートは現状のコンクリートと同等の157kg/m<sup>3</sup>の単位水量とし、セメント量を300kg/m<sup>3</sup>まで増加させて材料分離が生じないようにし、スランブを15cmとしたコンクリートである。

### 3. 3 測定項目

図-3に示すジベルと広幅鋼矢板をモデルとした型枠内にコンクリートを打込み、7日間の気中養生を行った後、図-5の位置において超音波伝播速度の測定を行い、ジベルを有するルートとジベルのないルート(ここでは、健全部と呼ぶ)の超音波伝播速度の比較を行った。また、高速カッターによって供試体を切断した後、ジベル下部の空隙調査を実施した。

### 4. コンクリートのブリーディング

3種類のコンクリートに関するブリーディング試験結果を図-6に示す。現状のコンクリートと流動化剤を用いたコンクリートはほとんど同様な履歴となっている。高性能AE減水剤を用いたコンクリートは、現状のコンクリートのブリーディングよりも約1/2程度のブリーディング量となっている。これは、ブリーディングに影響する要因として、水セメント比(セメント量)の影響があり、高性能AE減水剤を用いたコンクリートは現状のコンクリートの水セメント比の10.0%程度低減することが出来たため、ブリーディング量が少なくなったものと思われる。

### 5. ジベル実験結果

#### 5. 1 超音波伝播速度

ジベル形状Aシリーズの無孔のジベルに関する矢板側からジベル端部までの超音波伝播速度分布を図-7に示す。矢板側の超音波伝播速度が低く、ジベル端部にいくにしたがって、超音波伝播速度は300m/sec程度速くなる傾向を示している。

ジベル形状Aシリーズの有孔のジベルに関する矢板側からジベル端部までの超音波伝播速度分布を図-8に示す。形状が—のジベルでは、矢板側とジベル端部で超音波伝播速度に相違は見られない。

以上のように、無孔のジベルでは矢板側に近づいた場合に超音波伝播速度が低下する傾向を示している。これは、ジベル下部に生じた空隙により超音波伝播速度が低下している影響を受けたためと考えられる。一方、有孔のジベルプレートでは、無孔のような傾向を示さず、矢板側であっても、ジベル端部側であっても、それ

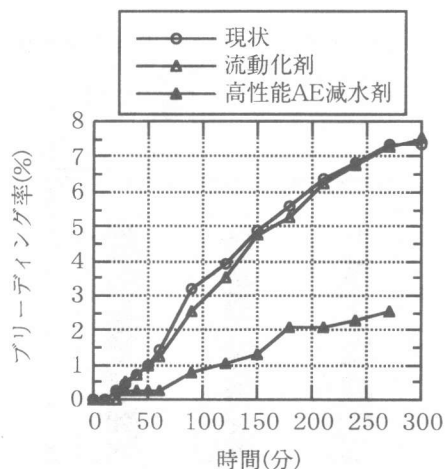


図-6 各コンクリートのブリーディング率の履歴

ほど顕著な超音波伝播速度の相違は見られない。  
このことから、直径50mmの穴を開けた有孔の

ジベルは無孔のジベルよりもプレート下部に空隙を生じさせない構造であることが分かった。

次に、コンクリートの種類に関する無孔ジベルに関する健全部およびジベル部の超音波伝播速度の平均値を図-9、有孔ジベルの超音波伝播速度の平均値を図-10に示す。また、無孔ジベ

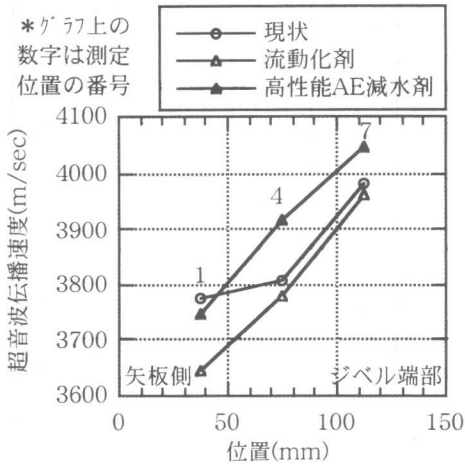


図-7 ジベル形状シリーズAの無孔ジベルに関する超音波伝播速度

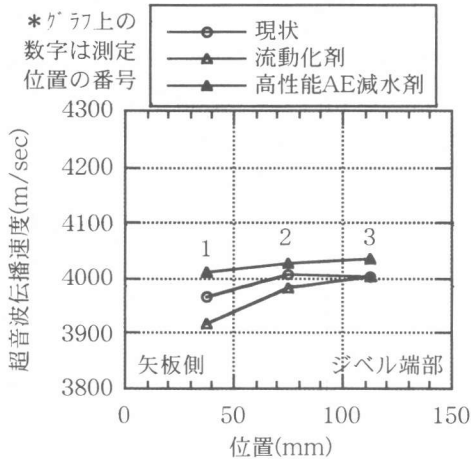


図-8 ジベル形状Aシリーズの有孔ジベルに関する超音波伝播速度

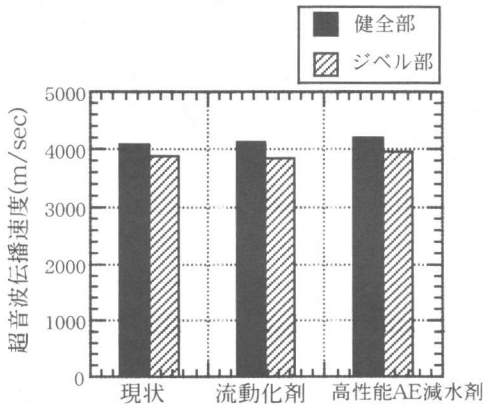


図-9 無孔ジベルに関する超音波伝播速度

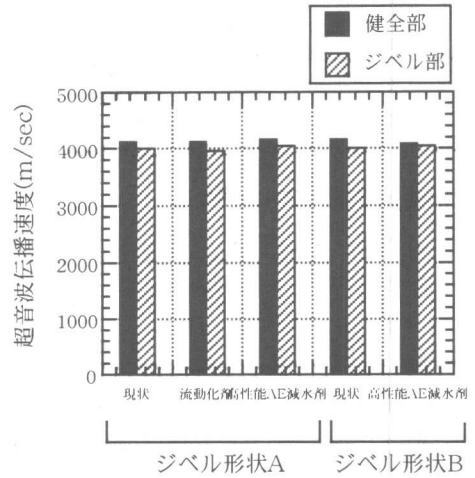


図-10 有孔ジベルに関する超音波伝播速度

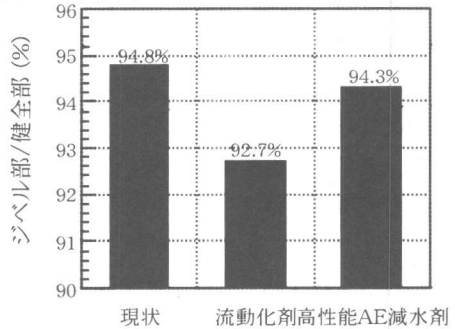


図-11 無孔ジベルの超音波伝播速度比率

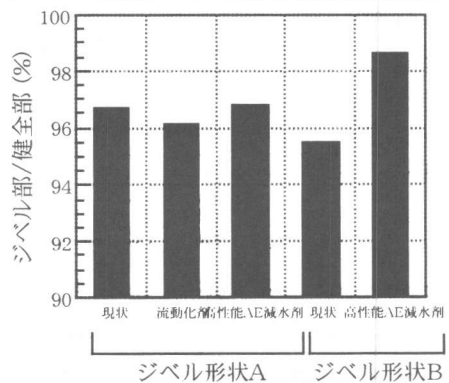


図-12 有孔ジベルの超音波伝播速度比率

ルに関する超音波伝播速度の健全部とジベル部の比率を図-11, 有孔ジベルの超音波伝播速度の健全部とジベル部の比率を図-12に示す。なお, 健全部の超音波伝播速度は無孔ジベルでは8.9・10, 有孔ジベルでは4.5・6の平均値であり, ジベル部では1.4・7, 有孔ジベルでは1.2・3の平均値である。

無孔ジベルを用いた場合, 高性能AE減水剤を用いたコンクリートは現状のコンクリートと同程度の超音波伝播速度の比率95%前後となっている。流動化剤を用いたコンクリートは現状のコンクリートより1~2%程度さらに低い超音波伝播速度の比率となっている。一方, 有孔ジベルを用いた場合, 水平に設置したジベルに対しては96.1%~96.8%の超音波伝播速度の比率になっており, 各配合とも顕著な差はなく, すべて無孔ジベルを用いた場合よりも比率が高くなっている。ところが, ジベル形状BシリーズのT字型の20°傾けたジベルの現状のコンクリートでは, すべての水平に設置した有孔ジベルの比率を下回り96%以下の比率であり, 高性能AE減水剤を用いたコンクリートの比率と比較すると, 3.1%も低い比率であることが分かる。

### 5. 2 供試体切断後の空隙観察

超音波伝播速度を測定した後, 図-5に示す切断位置において供試体を切断した。切断後の空隙状況を撮影したAシリーズに関する現状の

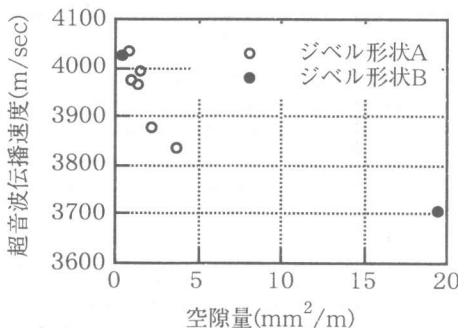


図-15 空隙量と超音波伝播速度の関係

コンクリートを写真-1に示す。また, その空隙をスケッチした状況図を図-13に示す。この空隙スケッチ図を基に, ジベル下部の空隙を1mm毎に測定して求めた空隙分布を図-14に示す。そして, この空隙分布により空隙面積を求め, さらに, 空隙面積をジベル長さで除して単位長さ当たりの空隙長

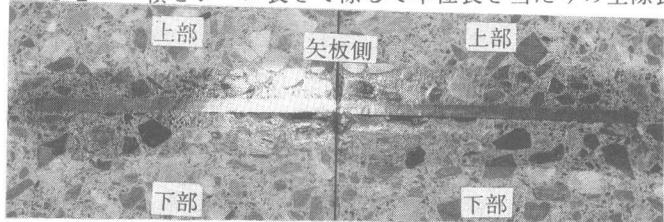


写真-1 現状のコンクリートに関する空隙状況写真 (ジベル形状A, 無孔)

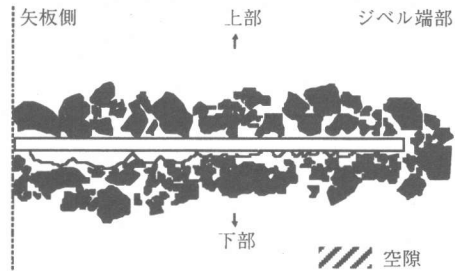


図-13 現状のコンクリートに関するジベルの空隙状況 (ジベル形状A, 無孔)

空隙量 = 336.0 mm<sup>2</sup>

単位長さ当たりの空隙量 = 2.24 mm<sup>2</sup>/mm

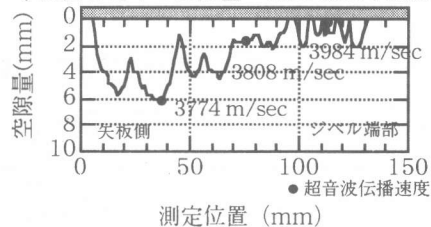


図-14 現状のコンクリートに関するジベルの空隙量分布(無孔,ジベル形状A)

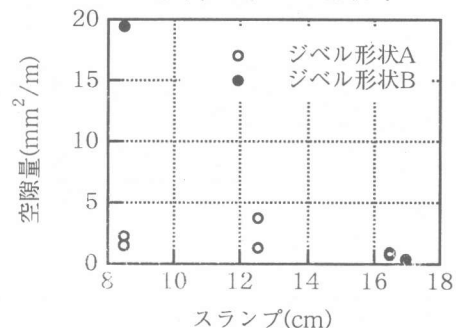


図-16 スランプと空隙量の関係

を求めた。

超音波伝播速度とその測定位置での空隙量の関係を図-15に示す。角度付ジベルを除くと、空隙量が増加すると超音波伝播速度は低下する傾向を示している。特に、空隙量が $1\text{mm}^2/\text{mm}$ 以下になると、超音波伝播速度は $4000\text{m}/\text{sec}$ を超えて、文献1の米国、英国におけるコンクリートの超音波速度の標準値によれば、「良」の分類となり、高いコンクリートの品質であることが分かる。

コンクリートのスランプと空隙量の関係を図-16に示す。スランプが大きくなるにしたがって、空隙量は少なくなる傾向を示し、特に、有孔ジベルで顕著にその傾向が表れている。スランプ $15\text{cm}$ 以上になると、空隙量が $1\text{mm}^2/\text{mm}$ 以下となり、ジベルとコンクリートの密着度が増加することが分かる。これは、流動性が増加したこと、ブリーディングが改善されたことによるとと思われる。

### 6. 最適なコンクリートの選定

ジベルを広幅鋼矢板に設置してコンクリートを打込む場合、配合的、経済的、施工的な検討を行い、最適な配合を表-4のように選定した。

### 7. 結論

今回、広幅鋼矢板とコンクリートの一体化を図ることを目的にジベルを設置し、ジベル下部に生じる空隙を低減させるための最適なコンクリートの配合を検討した結果、次の結論を得た。

①無孔ジベルと $50\text{mm}$ の穴を2個開けた有孔ジベルとを比較した場合、有孔ジベルの方が一体化に有利である。

②形状が—のジベルと└のジベルの比較により、空隙量はジベル形状└の方が大きい。

③ジベル形状└であっても、高性能AE減水剤を用いたスランプ $15\text{cm}$ 以上のコンクリートであれば、空隙量は $1\text{mm}^2/\text{mm}$ 以下であり、一体化に有利である。

### 8. あとがき

本工事は高性能AE減水剤を使用してスランプ $15\text{cm}$ にしたコンクリートを選定し、L型擁壁に打込んだ。今後、ジベルの形状とコンクリートの関係など、明らかにしていきたい。

### 【参考文献】

1)岡田清他編：コンクリートハンドブック，朝倉書店，1981

表-4 配合、経済性、施工性に関する比較検討表

配合の種類		現状配合		流動化剤を用いた配合		高性能AE減水剤を用いた配合		現状配合		高性能AE減水剤を用いた配合	
ジベルの形状		Aシリーズ 水平配置						Bシリーズ 傾斜配置 角度:20度			
		無孔	有孔	無孔	有孔	無孔	有孔	有孔		有孔	
フレッシュ コンクリート の品質	スランプ(cm)	8.5		9.0→12.5		16.5		8.5		17.0	
	ブリーディング率 (%)	7.3		7.6		2.5		7.3		2.5	
超音波 伝播 速度	健全部(m/s)	4,092	4,127	4,137	4,128	4,214	4,169	4,177		4,086	
	ジベル部(m/s)	3,878	3,993	3,836	3,968	3,975	4,035	3,991		4,027	
	比率(%)	94.8	96.7	92.7	96.1	94.3	96.8	95.5		98.6	
空隙量( $\text{mm}^2/\text{m}$ )		2.24	1.49	3.75	1.38	0.90	0.84	19.50		0.44	
施工性		閉塞可能性有		騒音問題有		温度ひび割れ可能性有→養生レベルの向上で対処		閉塞可能性有		温度ひび割れ可能性有→養生レベルの向上で対処	
経済性(%)		100		105		109		100		109	
総合評価		×	△	×	△	×	○	×		◎	