

(43) 埋設型枠を用いた道路橋壁高欄の合理化施工法

川田建設(株) 工事本部開発部 正会員 ○渡部 寛文
 工事本部 徳岡 昭夫
 工事本部開発部 正会員 劉 新元
 東京支店工事部 太田 哲

1. はじめに

近年、建設工事において型枠工事の合理化・省力化が大きな課題となっている。また、合板資源である熱帯雨林保護の観点からも、木製合板に代わる新しい型枠システムの開発が要望されており、プレキャストパネルを埋設型枠として使用する埋設型枠工法などの開発がすすめられている。

道路橋壁高欄は通常、車両通行帯のすぐ脇に設置されており、ドライバーの視界に占める割合は多く、橋の顔として美観上気を使う場所である。一方、排ガスや泥はねを直接浴びるなど、他の構造部材とは違った意味で厳しい環境下におかれている。

ここに紹介する壁高欄の合理化施工法は、緻密・高耐久のプレキャストパネルを埋設型枠に用い、コンクリート打設後にそのまま躯体表面とするもので、ひび割れのない美しい仕上げ面が得られ、水分や排ガスを遮断して内部コンクリートに対し優れた保護効果を発揮する。また熟練工が不要で、システム化された作業により急速施工が可能となる。さらに従来の合板型枠を使用しないため、廃棄物減少・森林保護にも貢献する。

本論文は、上記耐久性に関する試験と、実橋における現場施工試験について述べるものである。

2. 埋設型枠の性能試験

2.1 プレキャストパネル

プレキャストパネルとして、セメント押出成形版を用いた。製品の寸法形状を図-1、写真-1に示す。

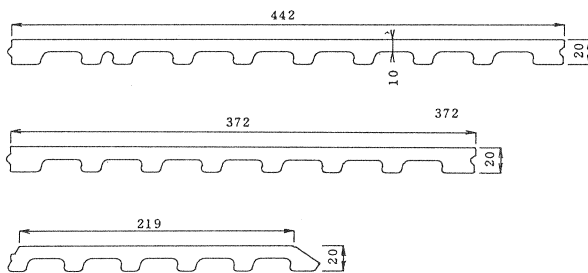


図-1 プレキャストパネル寸法

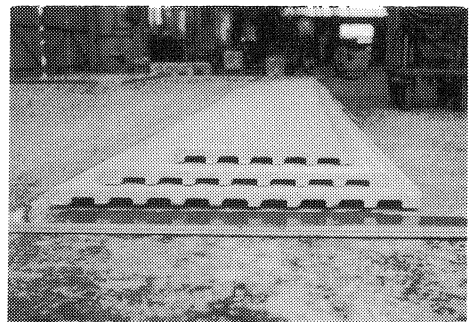


写真-1 プレキャストパネル形状

本製品はポルトランドセメント・珪石粉末を主原料、ポリプロピレン・バルブ等を補強材とし、これに成形助剤を添加、連続真空押出成形した後、オートクレーブ養生することにより製造される。

本製品の特長として、つぎのことが挙げられる。

- ①材質は緻密で表面が平滑なため、気密・水密性や美観性に優れている。
- ②薄肉であるため軽量で、ハンドリング性・施工性が良い。
- ③押出成型機の口金形状により、複雑な断面を持つ製品も製造可能である。
- ④工場での大量生産のため比較的安価である。

2.2 物性試験

表-1にプレキャストパネルの物性測定結果を示す。製造方法から由来する性質として、曲げ強度、圧縮強度等は異方性があるため、三軸方向の測定を実施した。

コンクリートと比較して、圧縮強度、弾性率、熱膨張係数はほぼコンクリートに等しく、曲げ強度は2~3倍の値である。これらの物性はコンクリートの埋設、型枠として使用するに適している。

表-1 プレキャストパネルの物性値

項目		数値		備考
比重		1.79	g/cm ³	20℃ 65±5%RH 2W以上
含水率		7.0	%	気乾→絶乾
吸水率	質量規準	11.2	%	気乾→表乾(飽水) 同
	体積基準	20.1		
曲げ強度	強軸	141	Kgf/cm ²	ε = 650*10 ⁻⁶ 最大伸び
	弱軸	132		
曲げ弾性係数	強軸	2.20	Kgf/cm ²	ε = 658*10 ⁻⁶
	弱軸	2.07		
圧縮強度	強軸	740	Kgf/cm ²	試験体 10*10*20h (mm)
	弱軸	475		
	Z軸	391		
圧縮弾性係数	強軸	2.34	×10 ⁵	
	弱軸	2.18		
	Z軸	1.34		
熱膨脹係数	強軸	10.36	μ/℃	測定温度範囲 20℃~40℃
	弱軸	11.11		
吸水膨脹率	気乾→表乾	367	μ	気乾体含水率 4.75%
乾燥収縮率	気乾→絶乾	512	μ	

特記以外の数値は気乾状態のもの。

強軸：押し出し方向、弱軸：押し出し直角方向、Z軸：押し出し面外方向。

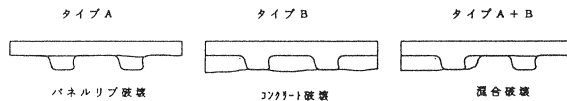
2.3 剥離強度試験

壁高欄の実物大試験体における剥離強度を測定した。プレキャストパネルの表面に10cm角のアタッチメントをエポキシ接着剤で取り付け、アタッチメントの周囲を深さ22mmで切り込み、建研式付着力試験機により引張強度を測定した。表-2に測定結果を、図-2に剥離時の界面破壊状況を示す。

表-2 剥離強度測定結果

測定位置	上側			下側			平均値
	N01	N02	N03	N04	N05	N06	
引張力 Kg	1392	1470	1232	1219	1394	1236	1324
剥離強度 Kg/cm ²	13.9	14.7	12.3	12.2	13.9	12.4	13.2
剥離状況	A+B	A+B	A+B	A	A+B	B	A+B

図-2 界面破壊状況



2.4 耐久性試験

図-3に示す試験体を作製し、比較試験を実施した。

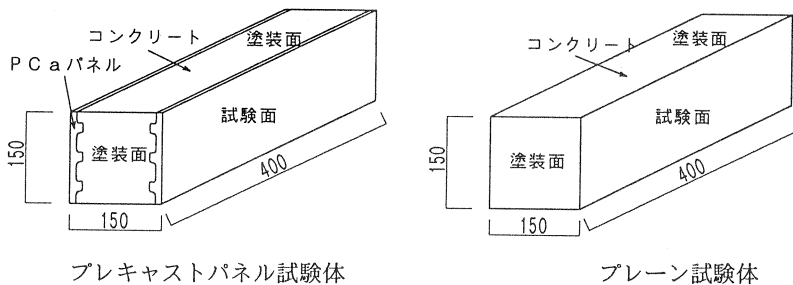


図-3 耐久性試験体

(1) 耐凍害性試験 土木学会基準「コンクリートの凍結融解試験方法」に準拠。試験機関：建材試験センター。試験条件は水中凍結水中融解(+5℃~-18℃) 300サイクルとした。試験結果を写真-2, 3に示す。

プレキャストパネルの表面に変化はなく、コンクリートと完全に密着しており、プレキャストパネルの被覆効果により凍害が抑止されている。一方プレーン試験体は表面が凍害を受け、骨材が露出している。

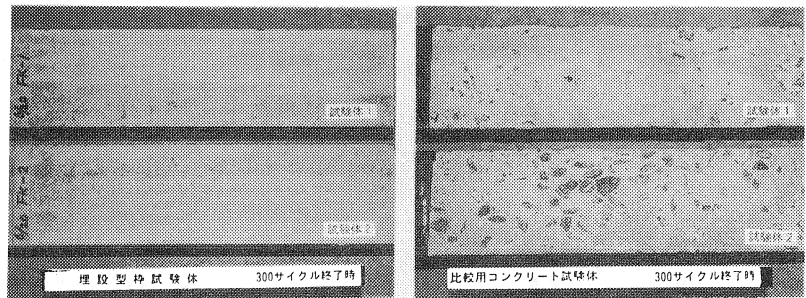


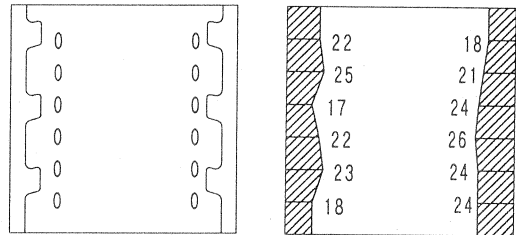
写真-2 プレキャストパネル試験体

写真-3 プレーン試験体

(2) 中性化試験 日本建築学会指針「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠。

試験条件は CO₂:5%, 温度:20°C, 処理日数:90日とした。中性化深さの測定試験結果を図-4に示す。

プレキャストパネル試験体は、表面までアルカリ性(赤色部)を保っており、中性化は進行していない。プレーン試験体は、表面から25mm程度の深さまで中性化(白色部)している。



プレキャストパネル試験体

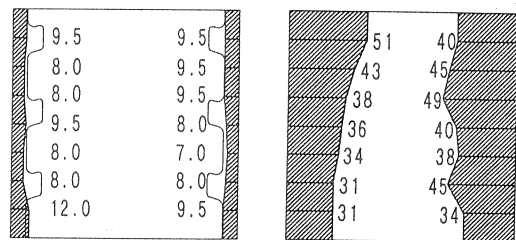
プレーン試験体

図-4 中性化深さ mm

(3) 塩分浸透試験 塩分濃度10%の食塩水に7ヶ月浸せき後、塩素イオンの浸透深さを蛍光発色法にて測定。

塩分浸透深さの測定試験結果を図-5に示す。埋設型枠試験体は、塩分浸透がプレキャストパネルの表面部とどまっておらず、コンクリート部は健全である。一方プレーン試験体は、表面から40mm程度の深さまで塩分が浸透している。

プレキャストパネルの被覆効果により塩分の浸透が抑制され、コンクリートの塩害が防止される。



プレキャストパネル試験体

プレーン試験体

図-5 塩分浸透深さ mm

3. 実大部材の荷重試験

プレキャストパネル工法による壁高欄実大部材の荷重試験を実施し、プレキャストパネルと内部コンクリートとの一体性の確認、および耐力性能の評価を行った。

3.1 試験概要

壁高欄断面を図-7に、試験体形状を図-8に示す。

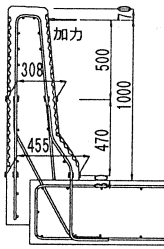


図-7 壁高欄断面

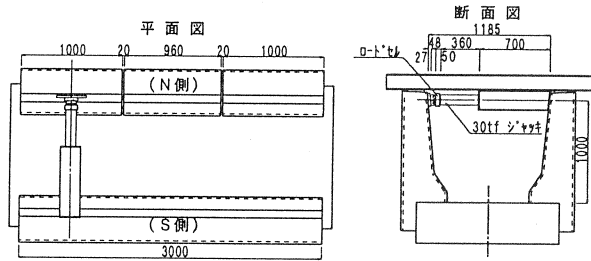


図-8 荷重試験体

図-8に示すように、長さ3.4mの床版のN側・S側に3.0mの高欄鉄筋を組み、試験体を製作した。耐力試験はS側の壁高欄を反力壁としてN側の壁高欄に水平荷重を荷重した。

3. 2 試験結果と考察

(1) 耐力性能

試験結果を表-3に示す。試験体の破壊形態は、壁高欄基部と床版との境界面がひび割れて曲げ引張破壊を起こした。ひび割れ発生荷重は4.3tf/mとなり、設計荷重2.0tf/mに対して約2.5倍の値であった。また終局荷重は10.8tfであり、設計荷重に対し5倍の安全率であった。

表-3 耐力試験結果 tf/m

設計荷重 P _d	ひび割れ荷重 P _c	降伏荷重 P _f	終局時荷重 P _u	破壊形態
2.0	4.3	9.5	10.8	曲げ破壊

(2) プレキャストパネルと内部コンクリートとの一体性

大変形域でのプレキャストパネルの剥離状況を図-9に示す。

プレキャストパネルと内部コンクリートとの付着は良好で、内部コンクリートの終局限界状態付近まで、一体性が確保されることが確認できた。また大変形域においても、プレキャストパネルの脱落はみられなかった。

本実験ではプレキャストパネル目地部にシーラ材を用いたため、パネル同志は接合されていないが、今後はエポキシ樹脂接着剤を使用することにより、パネルを一体的に接合し、構造部材の一部としての扱い。

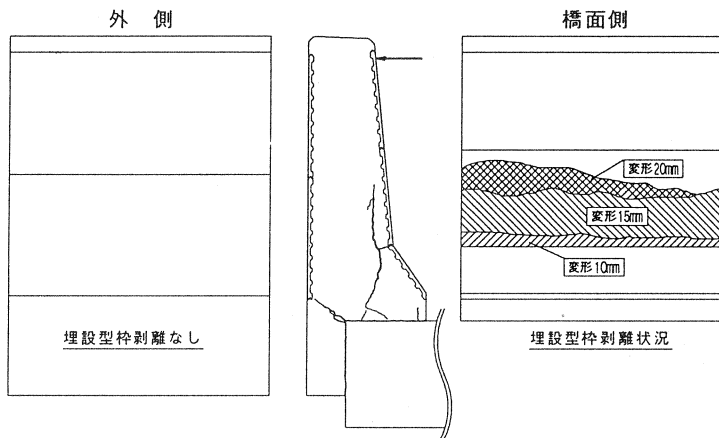


図-9 大変形域でのプレキャストパネル剥離状況

プレキャストパネルを使用する場合には、環境条件の変化に対応した基本かぶりの増加分以上の効果が期待できる。従ってパネル厚みをかぶりとして算入しても構造上問題ない。

4. 施工試験

4.1 施工手順

施工手順のフローを以下に示す。プレキャストパネルを壁高欄の形状に保持するための治具として、図-10に示す鋼製フレームを用いた。

準備工	・水切り部底板セット
↓	・設置位置墨出し
パネル取り付け	・鋼製フレームにセット
↓	・エポキシ接着剤充填
建て込み, 固定	・クレーンで建て込み
↓	・サポート固定
セパレータ取付け	・フレーム下段開き
↓	・セパレータ取付け
面木張り付け他	・レベル出し
↓	・側枠取り付け
コンクリート打設	・天端こて均し
↓	・シート養生
フレーム取外し	・ボルト・ビス外し
↓	・クレーンで吊り上げ
仕上げ, 完成	・ビス穴・目地部処理

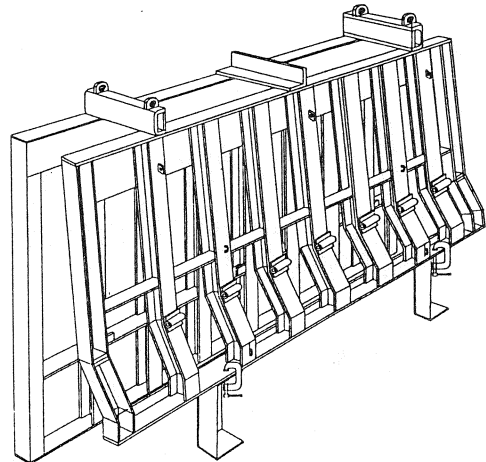


図-10 鋼製フレーム

図-11に型枠建て込み図, 図-12に完成図を示す。

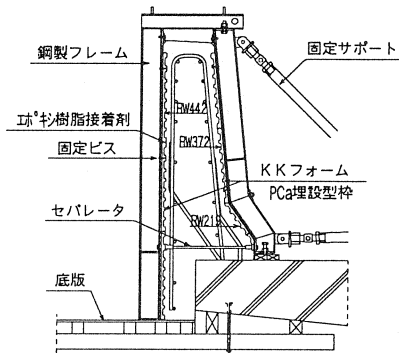


図-11 プレキャストパネル建て込み図

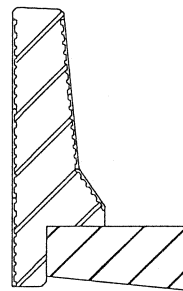


図-12 壁高欄完成図

4.2 現場施工試験

平成10年11月～12月の約2ヶ月間、東海北陸自動車道日計平(ひばかりだいら)高架橋にて現場施工試験を行った。

(1) 施工サイクルと工期

全施工区間を4ブロックに分け、1ブロックを約90mとした。鋼製フレームは1ブロック分の32基を準備した。1サイクル工程(脱枠⇒建て⇒調整⇒コンクリート打設)の所要日数は養生・仕上げ等を含め約5日間であった。型枠工(プレキャストパネルパネル取付, 鋼製フレーム建込み・調整, フレーム取外し)は、1チームの編成を4～6人とし、2チームで施工した。

(2) 施工状況

現場施工状況を写真-4~9に示す。特殊工がないため作業員の習熟が早く、初期の作業効率も良好であった。

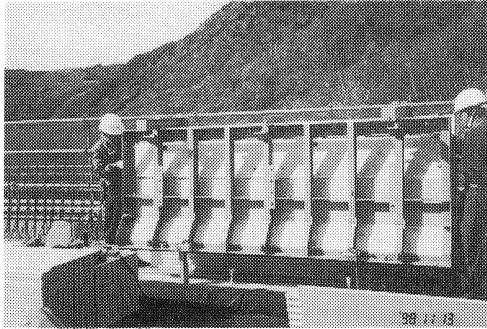


写真-4 プレキャストパネル取付け

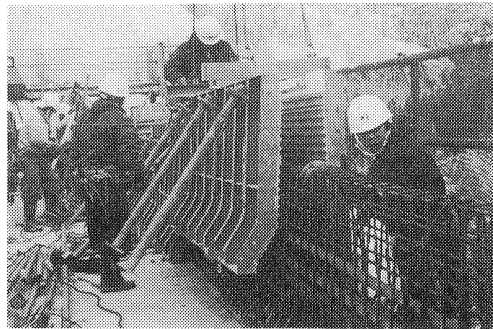


写真-5 鋼製フレーム建込み

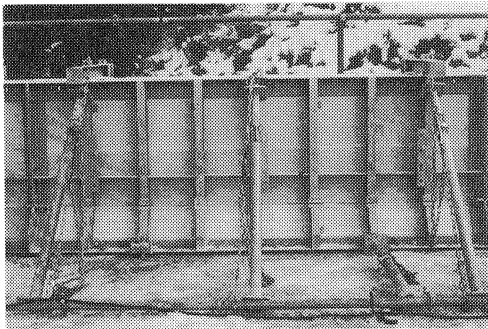


写真-6 サポート固定



写真-7 コンクリート打設

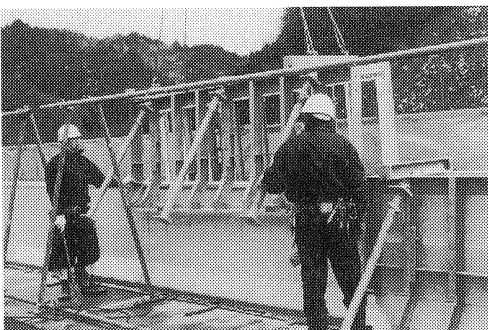


写真-8 鋼製フレーム取外し

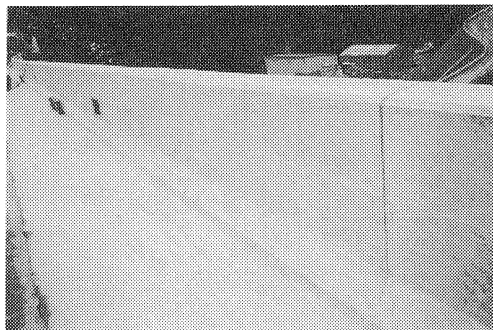


写真-9 完成

5. おわりに

合板型枠を用いない壁高欄の施工法として、プレキャスト埋設型枠工法を提案し、各種物性・性能試験を行った後、現場施工試験によって実質的な施工性を確認した。その結果、本工法は壁高欄の耐久性・美観の向上および施工の合理化に対して優れた効果を発揮することがわかった。今後は壁高欄のみならず、さまざまなコンクリート製品に対して本工法を適用し、建設工事における型枠工事の合理化・省力化に努めていきたい。

最後に、本工法の採用をご承諾いただいたJH名古屋建設局清美工事事務所に対し、心より感謝の意を表する。