

# 報告 プレキャスト工法の新たな領域へ適用—壁体構造物—

篠田佳男\*1・工藤進也\*2・佃有射\*3・谷田貝敦\*4

要旨：壁体構造物は、温度応力などの体積変化が原因でひび割れが発生しやすい構造物である。この種のひび割れ制御対策およびプレキャスト工法の新たな領域への適用を目的としてND-WALL工法を開発し、実用化した。本工法によるひび割れ制御の効果を確認するために、壁厚400mm、スパン長10mと大型の試験体を使用して実証試験を行った。その結果、温度応力が45%程度低減することを確認した。本報告は、プレキャスト工法の新たな活用分野を概観し、さらにND-WALL工法の効果および適用について述べたものである。

キーワード：プレキャスト製品、ひび割れ抑制、壁体構造物、ND-WALL工法

## 1. はじめに

プレキャスト製品は、施工の省人化や工期の短縮を実現、建設工事において重要な役割を發揮してきている。しかし、場所打ちコンクリートに比べてコスト高などの理由により、コンクリート全体に占める比率は13%程度と低いのが実情である。また、プレキャスト製品が主に利用されている汎用商品を見ると、側溝や擁壁などその部材全てをプレキャスト製品にする試みが多い。

最近、公共事業に対して社会的な評価は厳しい状況にあるが、安全・安心で豊かな社会を形成する上で社会資本の役割は大きい。特に、新設構造物は、ライフサイクルコスト(LCC)の最小化を実現する構造物が要求される。プレキャスト部材を使用した工法は、品質を安定させるとともに、建設工事の生産性の向上を可能とするもので、その性能を最大限に發揮した活用が図れるものと考えられる。

本報告は、このような背景を考慮して、プレキャスト部材の長所へ活かした新たな領域、壁体構造物への取り組みについて説明をするものである。

## 2. プレキャスト工法への期待

### 2.1 社会的背景

循環型社会の形成に向けて環境負荷低減が強く要請されている。このような背景から、新設構造物の長寿命化や既設構造物の延命化は、建設部門において極めて重要な課題である。本来、コンクリート構造物は、耐久性に優れた構造物である。現実に100年を超える長寿命構造物は数多く存在している<sup>1)</sup>。しかし、1999年の福岡トンネルでのコンクリート片の落下事故に端を発し、その他の道路・鉄道トンネル、高架橋などからのコンクリート片の落下事故が生じるなど、コンクリート構造物の信頼が大きく低下した。このような社会問題を踏まえて、旧建設省、旧運輸省、農水省の3省合同による「コンクリート構造物耐久性検討委員会」が同年8月に設置された。また、2000年3月には「はく落事故による第三者被害の防止」、「ライフサイクルコストの最小化」の提言がなされた<sup>2)</sup>。

図-1は、3省合同の構造物調査での竣工年と劣化度の関係を示したものである。劣化度*i*は、劣化の兆候が認められず健全な構造物である。劣化度*v*は、劣化が著しく補修・補強を行う必要があるものである。劣化度*ii*以降は何らかの劣

\*1 日本コンクリート技術㈱ 代表取締役 博(工) (正会員)

\*2 日本コンクリート技術㈱ 技術部

\*3 日本コンクリート技術㈱ 技術部 工修 (正会員)

\*4 日本コンクリート技術㈱ 技術部 工修 (正会員)

化を意味する。この劣化度 ii 以上をみると、1965～1974 年の高度成長期に集中していることなく、供用年数とともにその割合が大きくなっている。次に、その劣化要因を図-2 に示す。コンクリート構造物の劣化として大きな問題に取り上げられるアル骨や塩害の割合に比べて、コンクリートの低品質や配筋不良が大きい。コンクリートの低品質は打込み不良による骨材の分離やコールドジョイント、加水コンクリートによる強度不足などで、また配筋不良は鋼材のかぶり不足などによる鋼材腐食である。これらは施工不良による初期欠陥と定義される。

このような結果を踏まえ、国土交通省は、2001 年 3 月に「土木コンクリート構造物の品質確保について」の運用についての通達がなされた。これにより水セメント比の上限値の設定、鉄筋組立て時のスペーサーの個数、コンクリート強度調査およびひび割れ調査が明示されている。

一方、建設部門において作業員の高齢化が叫ばれてから久しい。最近では作業員の高齢化がさらに進み、50 歳以上が半数近くを占めるまでに達している。若年層の新規参入者が見込めない今後を考えると、建設部門の構造的な変革が必要となる。

上記のような社会的背景を考えると、その対策のひとつにプレキャスト化が挙げられる。プレキャスト部材は、工場にて安定した環境の下

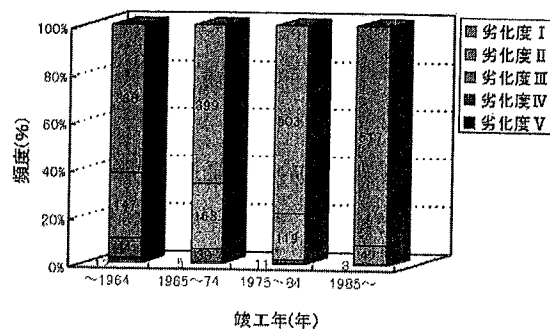


図 - 1 竣工年と劣化度の関係

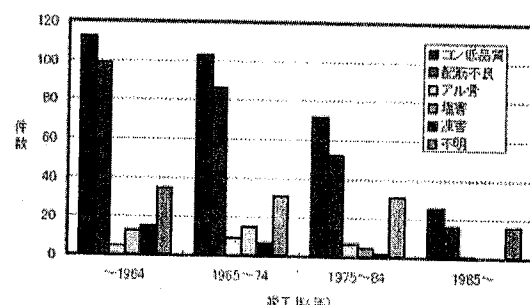
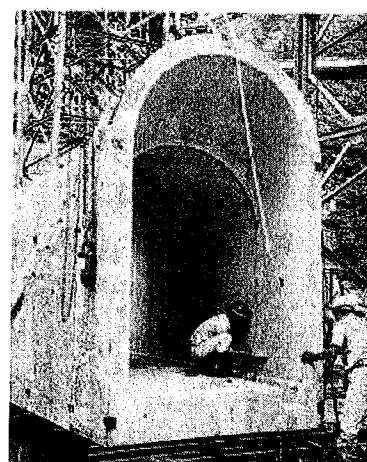
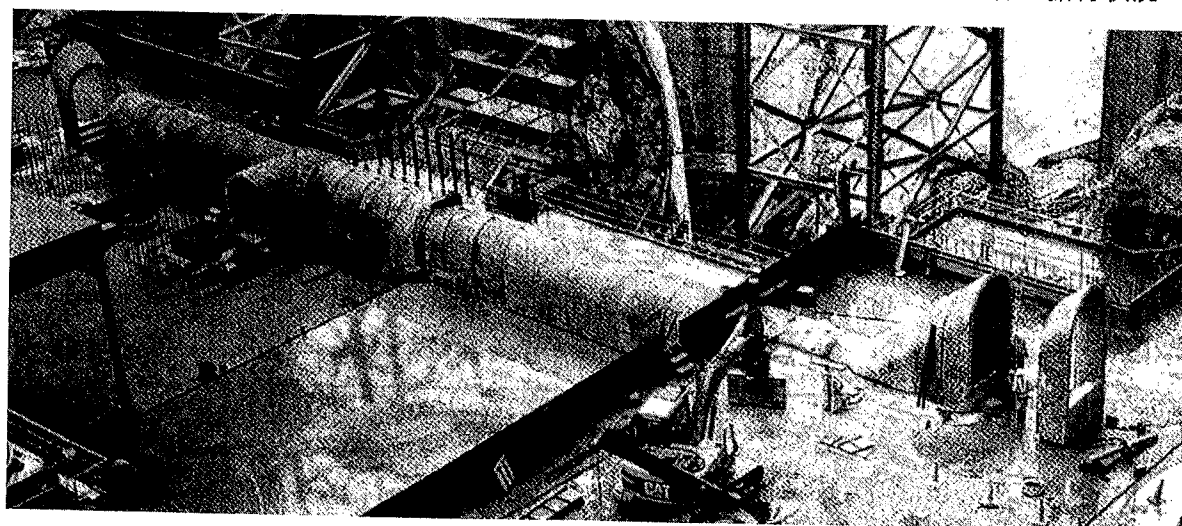


図 - 2 劣化要因の推移



写-1 プレキャスト部材の据付状況



写 - 2 プレキャスト工法による施工の全景

で製造されることから、初期欠陥を未然に防止して設計品質を確実に満足することができる。さらに、工期の短縮や、省人化を推進し、建設部門の生産性の向上へも大きく寄与する。

## 2.2 実績

大型の土木構造物は場所打ちコンクリートが中心である。しかし、ダム提体内へ設置される通廊への取り組みが1994年に建設省北陸地方建設局宇奈月ダムで開始された<sup>3)</sup>。本ダムでは、延長距離約500mの通廊、水平方向および階段部を全てプレキャスト工法で行った。写-1および写-2は、プレキャスト工法の状況を示したものである。プレキャスト部材の設置は少人数で比較的単純な作業で処理することが可能であり、在来工法に比べて大幅な省人化を、そして作業の安全面の向上を可能にした。現在では通廊施工においてプレキャスト工法が標準工法へなっている。

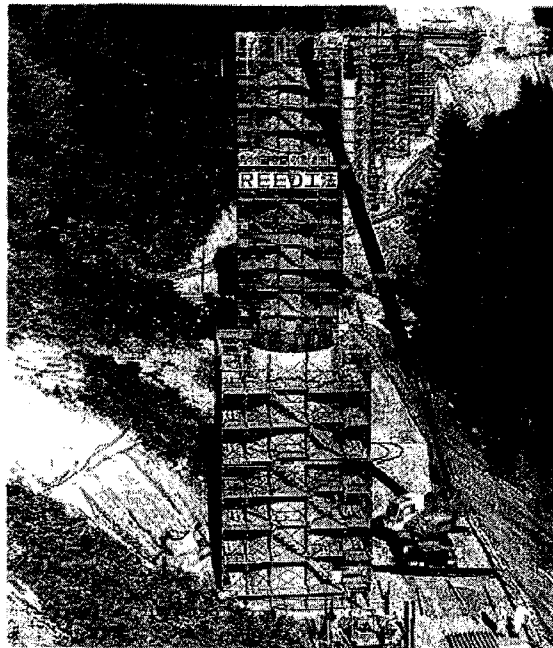
また、プレキャスト埋設型枠と突起付きH型钢を使用した橋脚の工法が1995年に開発、実用化された<sup>4)</sup>。本工法は、日本道路公団北海道縦貫自動車道大岸橋の橋脚に採用された。本橋脚は、写-3に示すように、高さが30m規模のもので、在来工法に比べて2倍の施工速度と平均で40%の省人化と、構造物の美観と高耐久化を実現した。山形自動車道木ノ沢橋は、さらに急速施工を推進した(写-4)。本工法は、道路および鉄道などの各種の橋脚へ適用されている。

プレキャスト工法の拡大は、上記のような新たな分野への取り組みが肝要である。そのためには、積極的な技術開発を前提とした活動も必要となる。

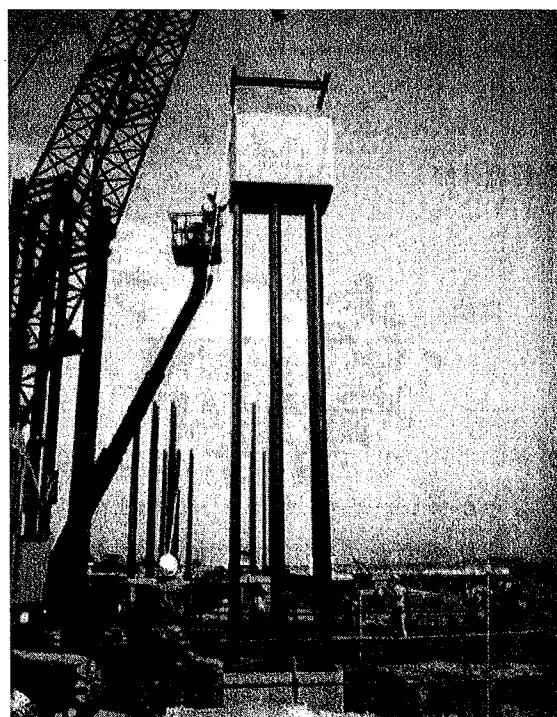
## 3. 壁体構造物

### 3.1 現在の問題

壁体構造物は、図-3に示すように、外部拘束による温度応力でひび割れが発生しやすい。また、この種のひび割れは断面を貫通し、そしてひび割れ幅が0.3mm程度以上と大きくなるこ



写-3 大岸橋の施工状況



写-4 木ノ沢橋の施工状況

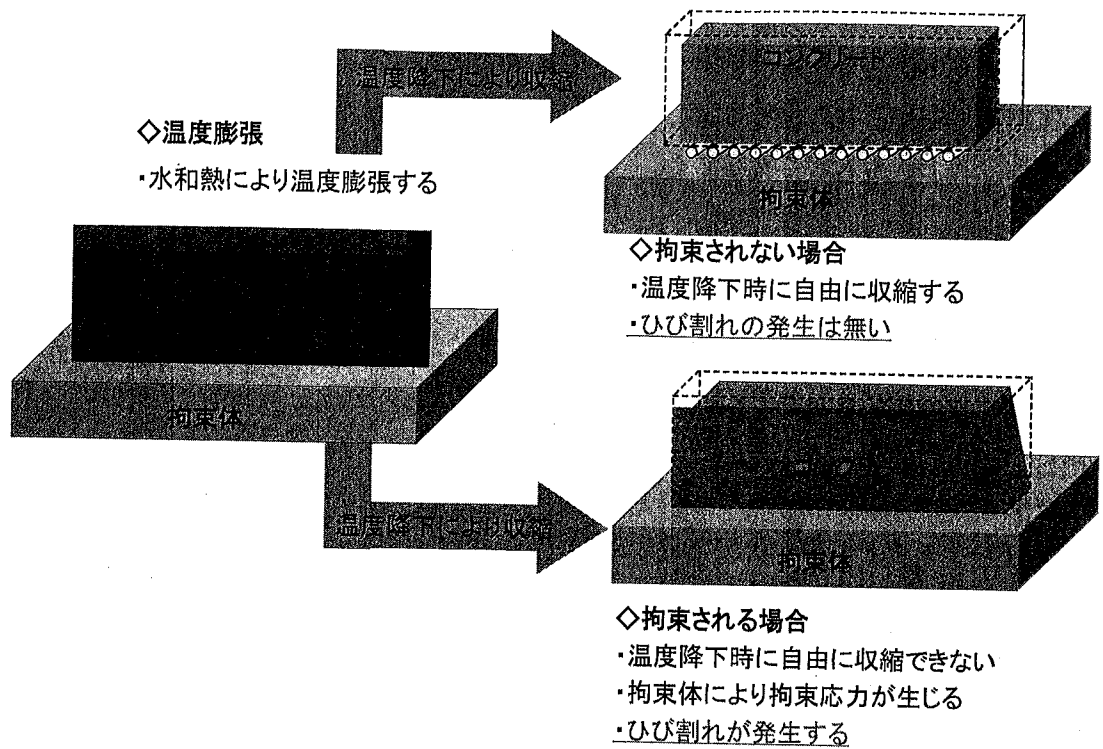
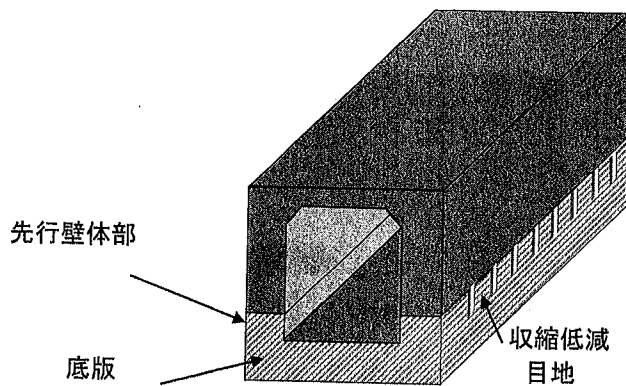


図-3 外部拘束による温度ひび割れ



- ・先行壁体部により底版による拘束が低減される
- ・収縮低減目地を併用した先行壁体部により側壁部の温度ひび割れが抑制される。
- ・最大曲げモーメントが生じる位置を打継目とせず耐荷性および耐久性の向上が図れる

図-4 ND-WALL 工法の概要

とが多い。そのため、発生後に大きな問題とされることが多い。この対策として、誘発目地の設置、低発熱型セメントの使用などの方法が採用されている。

この種のひび割れが問題となる構造物は、ボックスカルバート、壁式橋脚・橋台、擁壁など数が多い。

### 3.2 ND-WALL 工法

壁体のひび割れ抑制対策として ND-WALL 工法を開発した。本工法は、図-4 に示すように、

収縮低減目地を設置することで温度応力を低減するものである。本工法の開発へ向けた実証試験を 12 社 1 団体で行った。写-5 および写-6 は、実証試験の状況を示したものである。実証試験体は、壁厚が 400mm でスパン長が 10m と大型モデルである。

本実験で得られた結果の一例を図-5 に示す。従来工法は、勾配が 5.11 と熱膨張係数の勾配に比べ小さな傾きとなっており、拘束が大きいことが認められる。これに対し、ND-WALL 工法

の勾配は 7.11 となり、従来工法に比べ熱膨張係数に近くなっており拘束が小さいことが認められた。温度応力は、拘束されて生じる有効ひずみと強い関係を有しており、式 (1) に示すように有効ひずみとヤング係数の積から算出することが可能である。すなわち、有効ひずみに着目することで、温度応力評価が可能である。

$$\sigma_c = E_c \times \varepsilon_i \quad (1)$$

$\sigma_c$  : 応力 (N/mm<sup>2</sup>)

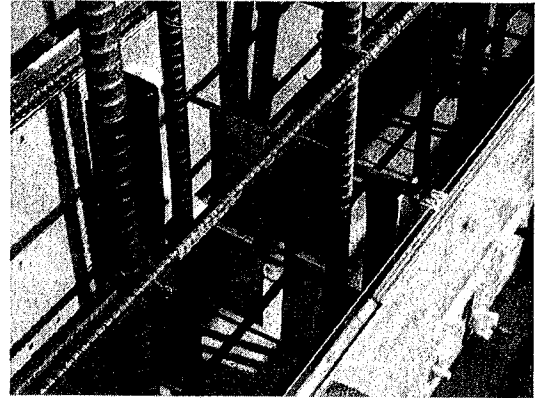
$E_c$  : ヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$\varepsilon_i$  : 有効ひずみ ( $\times 10^{-6}$ )

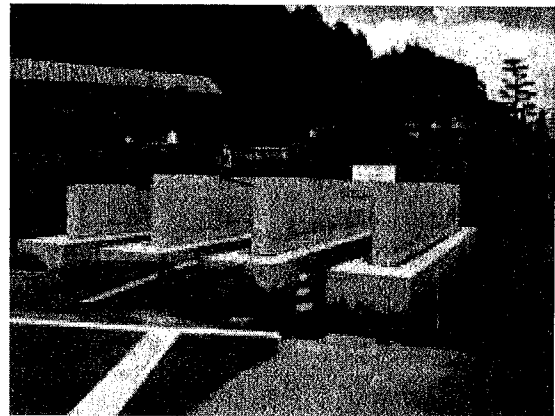
(a)は従来工法を模擬したもので、床版の直上に壁体部を打設したものである。従来工法の試験体における最大有効ひずみは約  $35 \times 10^{-6}$  である。それに対し、(b)は本工法の試験体である。本工法で壁体を構築したものは、最大有効ひずみが約  $19 \times 10^{-6}$  である。従来工法に比べ本工法において温度応力が 45%程度低減することが明らかとなった。

### 3.3 新たなプレキャスト工法

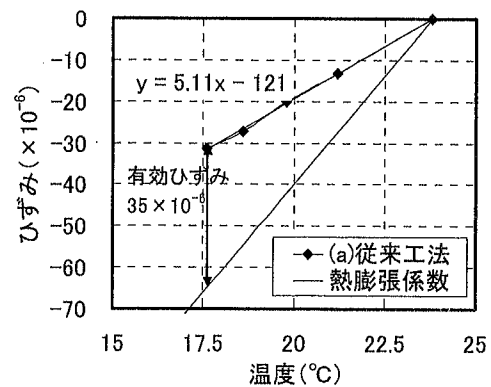
プレキャスト工法での施工は、ND-WALL 工法において先行壁体の収縮目地低減効果を確実に発揮することができる。図-6 は、ボックスカルバートにおける ND-WALL 工法の概要を説明したものである。(a)は先行壁体部と床版をプレキャスト部材として、現場にて側壁と頂版を構築するものである。(b)は I 型の部材をプレキャスト化して、その他を場所打ちコンクリートとするものである。例えば、I 型ブロック間の鉄筋を製品工場にて組立て、現地にて床版部の残りの鉄筋を配置して床版部、そして側壁、頂版の施工の手順となる。また、(c)は L 型の部材をプレキャスト化して、(b)と同様に残りを場所打ちコンクリートとする方法である。このような工法は、壁体部でのひび割れ制御に加えて、省人化と工期の短縮を可能とする、新たなプレキャスト工法と位置づけることができる。



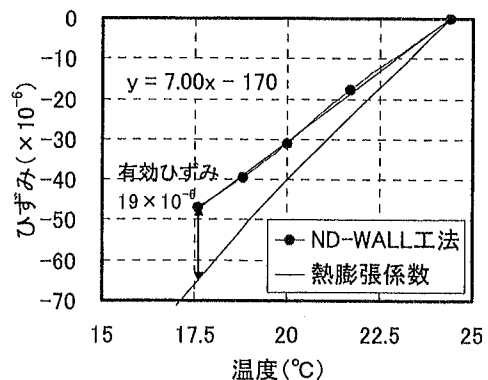
写-5 収縮低減目地の据付状況



写-6 検証試験状況

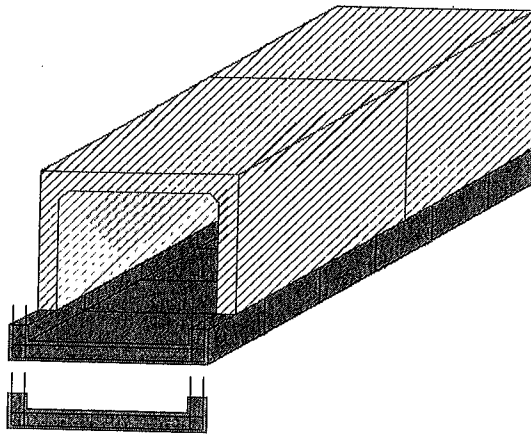


(a) 従来工法

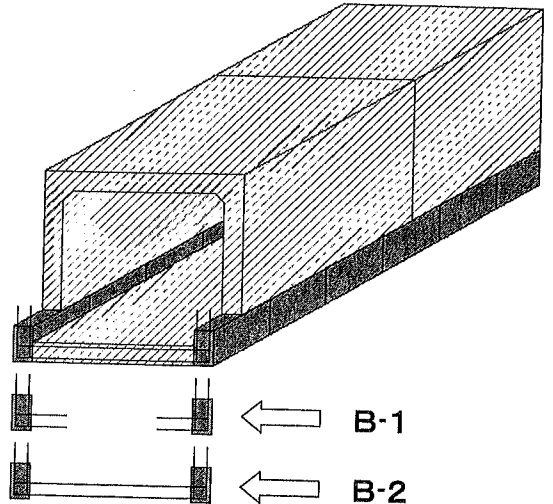


(b) ND-WALL 工法

図-5 温度とひずみの関係



(a)案：U型プレキャスト工法



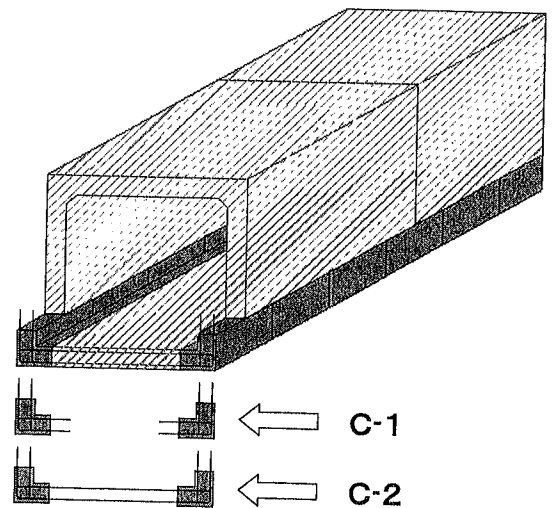
(b)案：I型断面プレキャスト工法

#### 4. おわりに

ND-WALL 工法は、平成 19 年に開発され、場所打ちコンクリートであるが国土交通省および長野県発注の 2 現場に採用された。コンクリートのプレキャスト化は、その対象とする部位を製品化する取組みが多い。また、そのような部位は既に商品化されているといえる。今後は新たな発想で社会的な要請に応えることが要求される。このような観点から、今後は技術開発へ向けた新たな取組みを行い、プレキャストの長所を最大限に活かすことが肝要と考える。

#### 参考文献

- 1) 特集 近代土木遺産を活かす：土木施工，Vol.47，pp.1-81，2006.12
- 2) 土木学会：土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言，国土交通省ホームページ，<http://www.mlit.go.jp/>，2001.3
- 3) 真下和彦，稲留裕一，佐藤健一：プレキャスト工法によるダム通廊の合理化施工－宇奈月ダム－，土木学会誌，Vol.80，pp.28-31，1995.3



(c)案：L型断面プレキャスト工法

図 - 6 ND-WALL 工法のプレキャスト化

- 4) 前田良文，篠田佳男：鉄骨コンクリート複合構造による橋脚の新工法－北海道縦貫自動車道大岸橋－，Vol.81，pp.14-17，1996.3