

資 料 番 号	4
新技術の名称	パイプライン保護工のプレキャスト化の研究

新 技 術 導 入 計 画 概 要 書

都道府県名	茨城県	事業名	県営かんがい排水事業	地域名	江戸崎
事業工期及び新技術導入予定工期	H11.10～H12.3		新技術に係わる工事費	1百万円	
新技術の区分	1 先進的技術 ②従来技術の改良 3 その他()				
新技術の概要	プレキャストパネルの組立工法であり、次のような特徴がある。 ・ 築造工期が短いため、パイプライン全体の工期が短縮される。 ・ 早期の交通開放ができる。 ・ 現場での型枠工、鉄筋工等の熟練工は必要とせず、品質の向上が図れる。				
新技術の導入理由	場所打ちコンクリートによる築造においては次のような課題があり、 ・ 工期が長いため、パイプライン施工上のネックとなっている。 ・ 道路の占有期間が長く、交通の障害が大きい ・ 型枠工、鉄筋工等の熟練工が不足している。 ・ 型枠、鉄筋、コンクリート打設等、工種が多く複雑であるためコストアップとなる。 ・ 乾燥収縮による水密性の低下や、パイプラインとのジョイント部など、止水性に対する懸念がある。 そこで、パイプライン保護工のプレキャスト化を図ることにより、これらの問題の解決を図るべく、パイプライン保護工の工期短縮、施工の合理化・省人化および経済性向上を目的に、プレキャストコンクリート工法を導入した。				
必要とする調査項目（追跡調査を含む）	1 作業性 2 組立作業時の安全性 3 構造物における経時変形 4 止水性能の確認				
予想される適用効果（将来展望を含む）	・ 早期の交通開放ができる。 ・ 現場での型枠工、鉄筋工等の熟練工は必要とせず、品質の向上が図れる。				
従来技術との比較等	他工法（現場打ち）に比べ、工期の短縮が図れる。				

(別紙1)官民連携新技術研究開発成果報告書

新技術の名称	パイプライン保護工のプレキャスト化に関する研究			事業主体	茨城県
事業名	県営かんがい排水事業	地域名	江戸崎土地改良	担当者	
新技術の区分	1.工法 2.材料 ③製品 4.機械 5.その他			実施工期	H9年6月～H11年3月
工事件名	県営かんがい排水事業606ーイ 新利根上流地区 6号分水工			新技術に係る工事費	
新技術の概要					
プレキャストパネルの組立工法であり、次のような特徴がある。 ・ 築造工期が短いため、パイプライン全体の工期が短縮される。 ・ 早期の交通開放ができる。 ・ 現場での型枠工、鉄筋工等の熟練工は必要とせず、品質の向上が図れる。					
実証調査試験項目		調査試験方法			備考
1. 作業性 2. 組立作業時の安全性 3. 構造物における経時変形 4. 止水性能の確認		1. 組立作業時の工数調査 2. 作業環境、作業方法の確認 3. 経時変化を測定 4. 外観および漏水の有無の目視確認			
研究 成 果					
・ 作用荷重に対するパネルの結合部の挙動および耐力が確認され、また構造物としての設計方法と十分な強度が実証された。 ・ パネル組立作業の安全性が確認された。 ・ 最適な止水パッキング材および目地充填材が選定できた。 ・ 施工時に道路占有期間が生じる条件下では優位性が確認された。					
評 価					

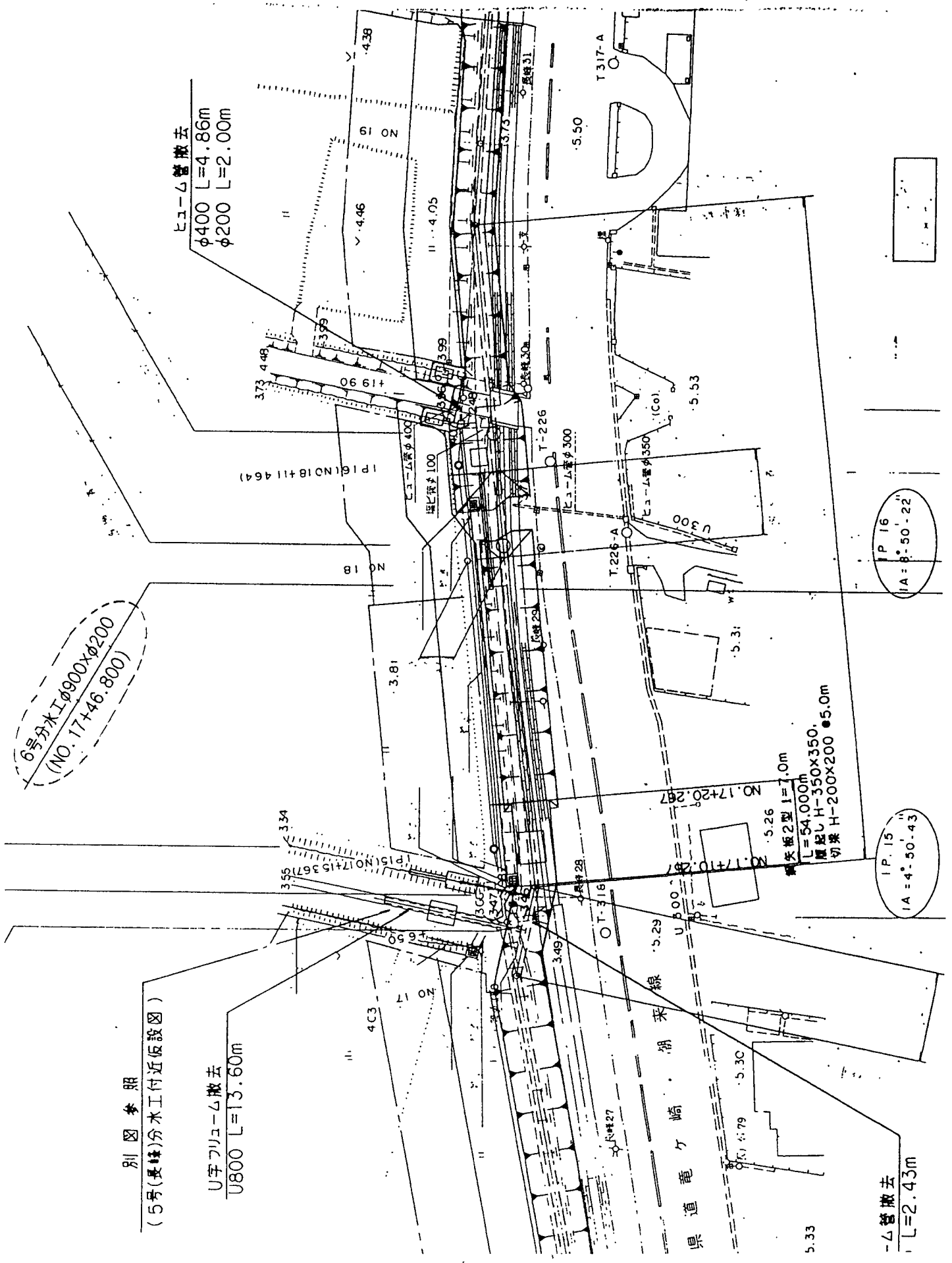
別図参照

(5号(長峰)分水工付近仮設図)

U字フリューム撤去
U800 L=13.60m

6号分水工φ900×φ200
(NO. 17+46.800)

ヒューム管撤去
φ400 L=4.86m
φ200 L=2.00m



-△管撤去
L=2.43m

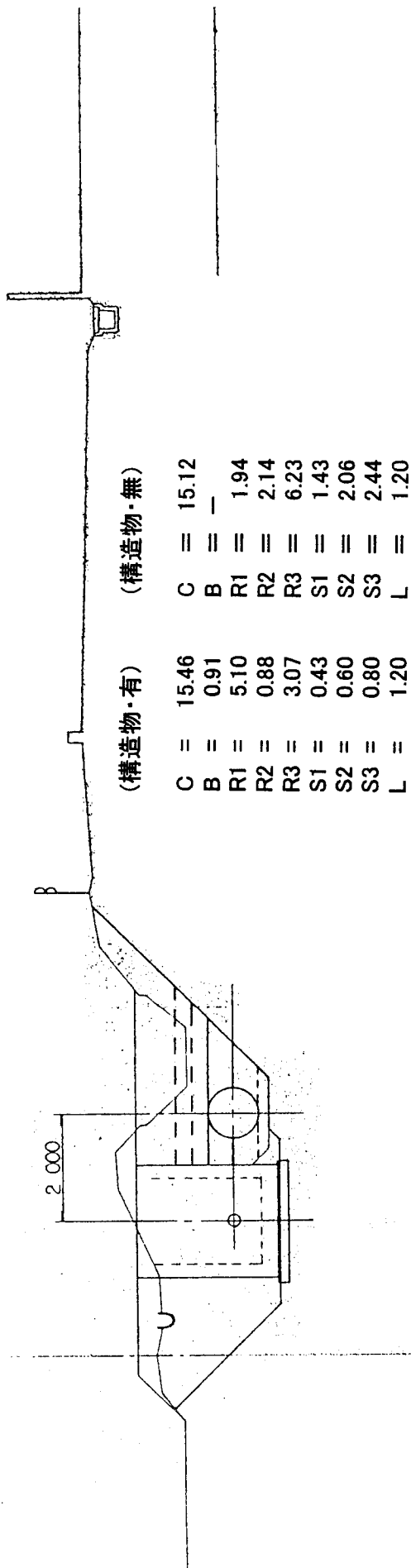
P. 15
IA = 4° 50' 43"

NO. 17+10.267
NO. 17+20.267
L=54.000m
U-350×350
切築 H-200×200 ●5.0m

P. 16
IA = 8° 50' 22"

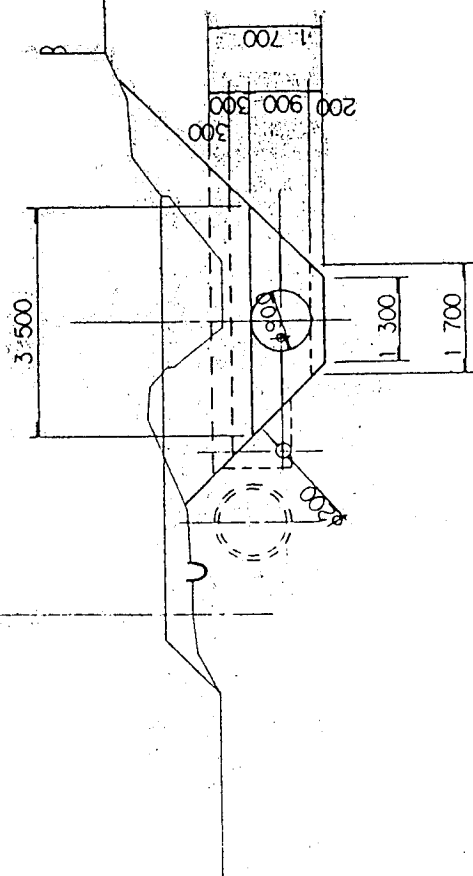
IP 16

GH=4.33 (4.65)
FH=2.882



NO 18

GH=4.21 (4.60)
FH=2.799



付帯工の構造計算

1. 単位体積重量

鉄筋コンクリート	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
無筋コンクリート	$\gamma_c = 23.5 \text{ kN/m}^3$
土砂（湿潤）	$\gamma_c = 18 \text{ kN/m}^3$
（水中）	$\gamma_{c'} = 10 \text{ kN/m}^3$
内部摩擦角	$\phi = 20^\circ$

2. 許容応力度

鉄筋コンクリート

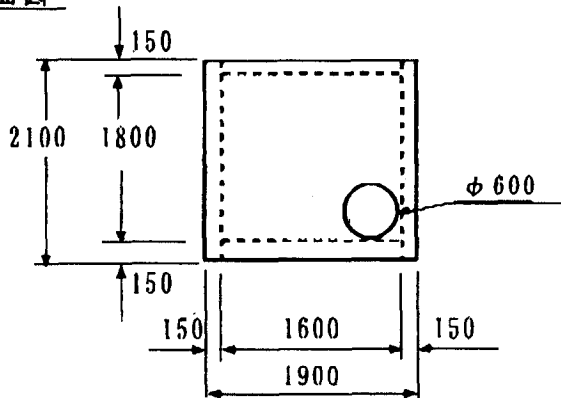
設計基準強度	$\sigma_c = 35 \text{ N/mm}^2$
曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 12 \text{ N/mm}^2$
せん断応力度	$\tau_a = 0.5 \text{ N/mm}^2$

鉄筋

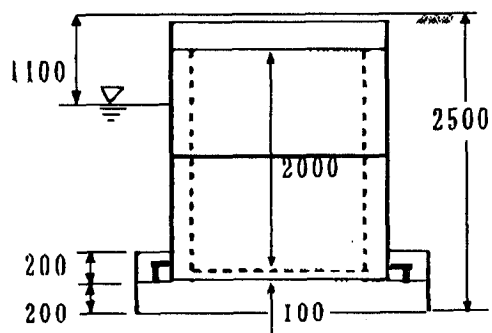
引張応力度	$\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2$
-------	------------------------------------

3. 仮定断面

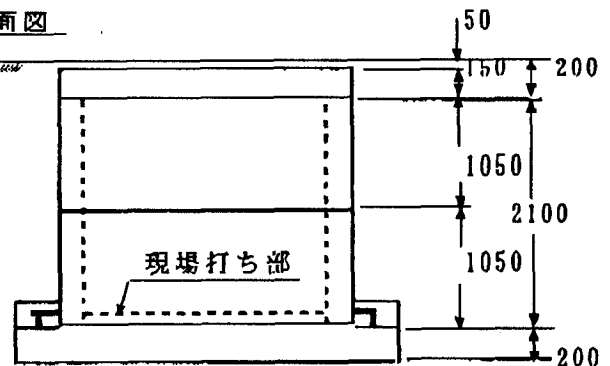
平面図



正面図



側面図



4. 側壁の解析

4-1. 作用する荷重

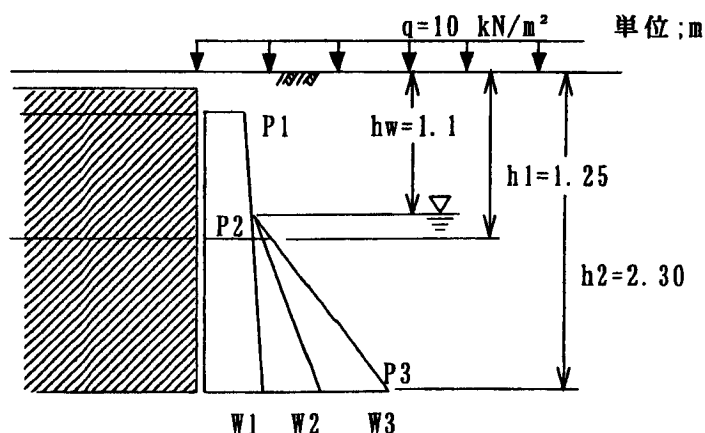
$$W1 = k a \cdot (\gamma e \cdot h + q)$$

$$W2 = k a \cdot \gamma e' \cdot (h - h_w)$$

$$W3 = \gamma e' \cdot (h - h_w)$$

ここに、 $k a$; 土圧係数 (0.5)

$q = 10 \text{ kN/m}^2$ (側壁上の荷重)



4-2. 単位幅あたりに作用するモーメント

側壁は側壁下部までの水平土圧が作用する3辺単純支持された長方形板として解析を行う。
なお、側壁パネルは施工上、上下2分割とし、幅1.05mとした。

1) 縦断方向

部材照査位置		断面力		支持状態
				3辺単純, 1辺自由
側壁	自由端 中央 ①	M	kN・m	5.09
		N	kN	16.29
		S	kN	
	板中央 ②	M	kN・m	3.41
		N	kN	16.29
		S	kN	
	板中点 ② 鉛直	M	kN・m	2.15
		N	kN	
		S	kN	

2) 横断方向

部材照査位置		断面力		支持状態
				3辺単純, 1辺自由
側壁	自由端 中央 ①'	M	kN・m	5.64
		N	kN	18.01
		S	kN	
	板中央 ②'	M	kN・m	3.95
		N	kN	18.01
		S	kN	
	板中点 ②' 鉛直	M	kN・m	2.33
		N	kN	
		S	kN	

5. 底版の解析

5-1. 作用する荷重

底版に作用する荷重は、頂板、側壁自重、保護工内の施設自重及び水重量を底版面積で除した値とする。

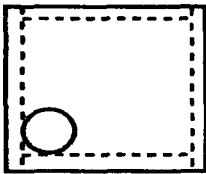
5-2. 単位幅当たりに作用するモーメント

底版は等分布荷重を受ける4辺単純支持として解く。

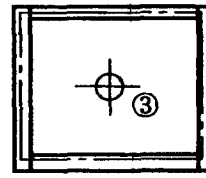
部材照査位置		断面力		支持状態
				4辺単純
底版	中央 ③ x方向	M	kN・m	12.16
		N	kN	
		S	kN	
	中央 ③ y方向	M	kN・m	10.82
		N	kN	
		S	kN	

断面照査位置

平面図

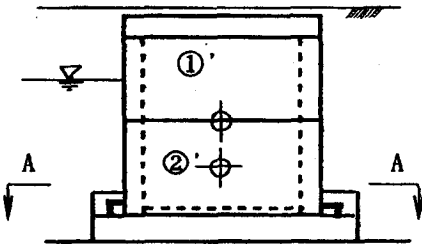


A-A断面図

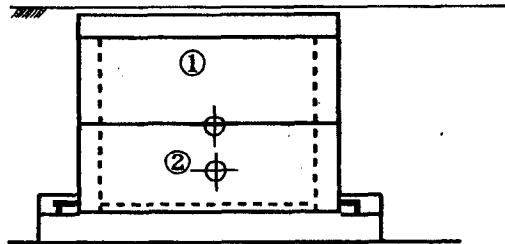


- ①、①' : 側壁自由端中央
- ②、②' : 側壁中央
- ③ : 底版部中央

正面図



側面図



6. 頂板の解析

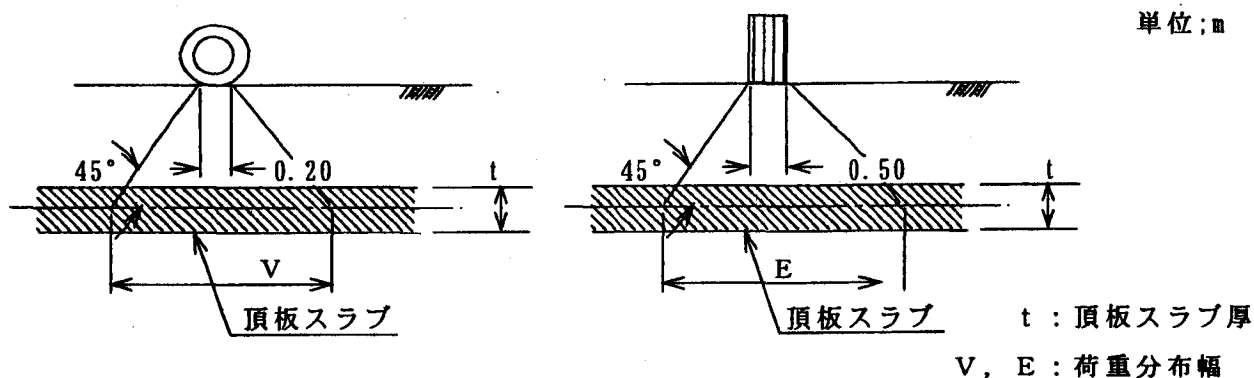
6-1 作用する荷重

道路下の場合、自動車荷重による鉛直荷重は、集中荷重が作用する4辺単純支持として計算する。

横断方向の幅が2.75m未満の場合、後輪荷重は1個載荷する事とする（「パイプライン付帯工」利用の手引きP.34参照）。

1) 輪荷重の分布

付帯工の頂板に作用する輪荷重は、頂板を2方向スラブとして部材設計しているので下図（輪荷重分布図）のように、その接触面の外周から45度に分布し、頂板スラブの厚さの1/2だけ離れ、荷重とのスラブ接触面に相似な形状を有する範囲に分布するものとする。



輪荷重分布図

2) 輪荷重の計算

自動車荷重による鉛直荷重 (W_e) は次式による。

$$W_e = P (1 + i)$$

P : 後輪荷重 (56 kN)

i : 衝撃係数 (0.4)

3) 頂板自重

$$W_1 = t \cdot \gamma_c$$

t : 頂板スラブ厚

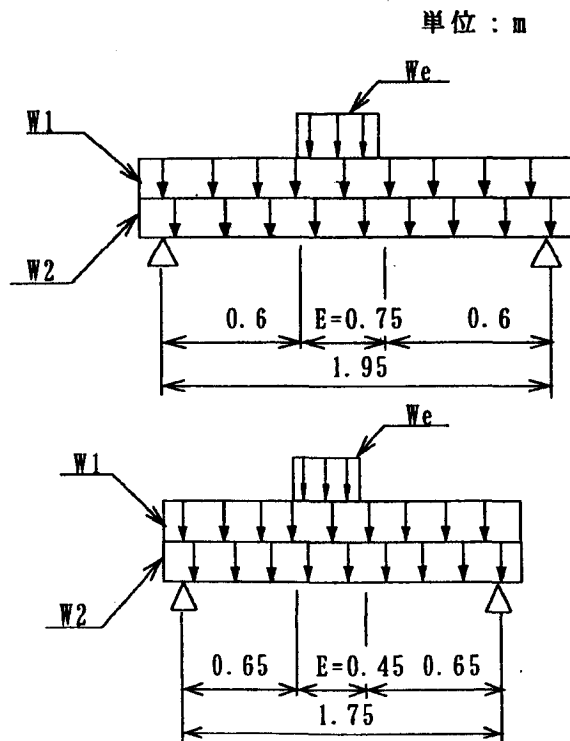
γ_c : コンクリート単位体積重量

4) 鉛直土圧

$$W_2 = h \cdot \gamma_e$$

h : 土被り

γ_e : 土の単位体積重量



6 - 2 作用するモーメント（中央部設置）

付帯工の頂板を2方向版として計算する場合、それぞれの弛緩方向の曲げモーメントは表-1, 2に示す式によって計算することができる。

1) T荷重による曲げモーメント

表-1. T荷重による曲げモーメント

車輪進行方向に直角な支間の 曲げモーメント	車輪進行方向に平行な支間の 曲げモーメント
$M_x \cdot \frac{1}{1 + \alpha^4} (1 + 0.4 \alpha^4)$	$M_y \cdot \frac{\alpha^4}{1 + \alpha^4} (1 - 0.2 \frac{1}{\alpha^4})$

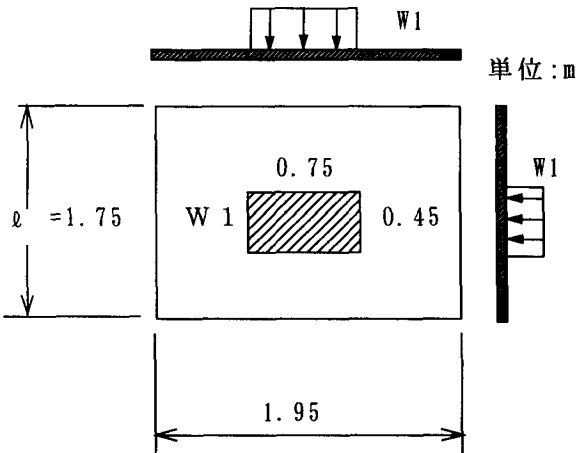
M_x = 車輪進行方向に直角方向の1方向版
（単純版）としての曲げモーメント

M_y = 車輪進行方向に平行方向の1方向版
（単純版）としての曲げモーメント

$$\alpha = \frac{\text{車輪進行方向に直角な支間}}{\text{車輪進行方向に平行な支間}}$$

ただし、 $0.5 < \alpha < 2$

M_x 、 M_y の計算に用いる ℓ は常に短支間とする。



2) 等分布荷重による曲げモーメント

表-2. 等分布荷重による曲げモーメント

長支間方向曲げモーメント	短支間方向の曲げモーメント
$M1 \cdot \frac{1}{1 + \beta^4}$	$M2 \cdot \frac{\beta^4}{1 + \beta^4}$

$M1$ = $\ell 1$ に対する1方向版の
曲げモーメント

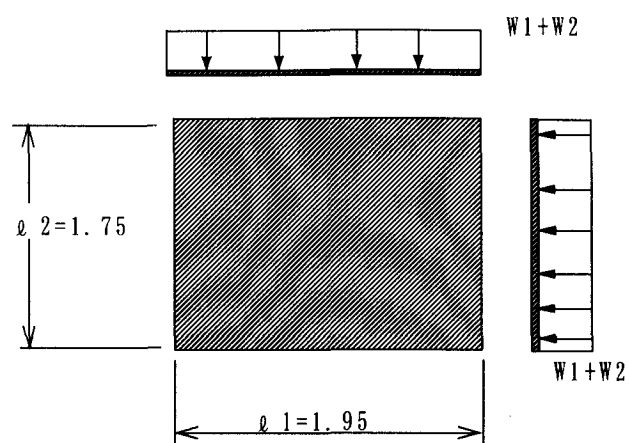
$M2$ = $\ell 2$ に対する1方向版の
曲げモーメント

$$\beta = \frac{\text{長支間} (\ell 1)}{\text{短支間} (\ell 2)}$$

ただし、 $1 < \beta < 2$

$\ell 1$ = 長支間

$\ell 2$ = 短支間



写真

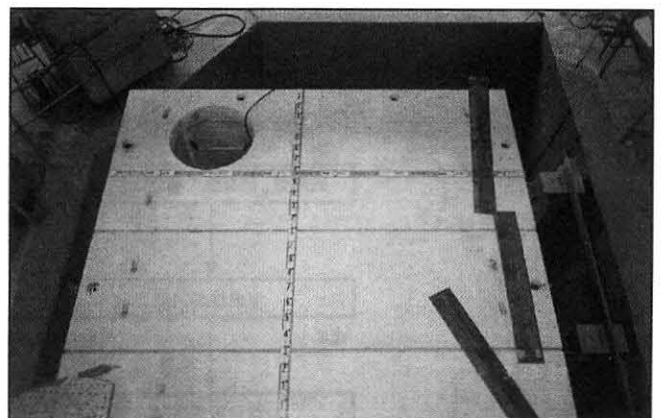
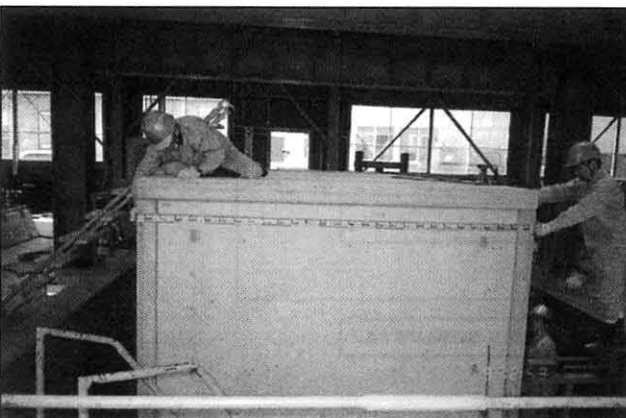
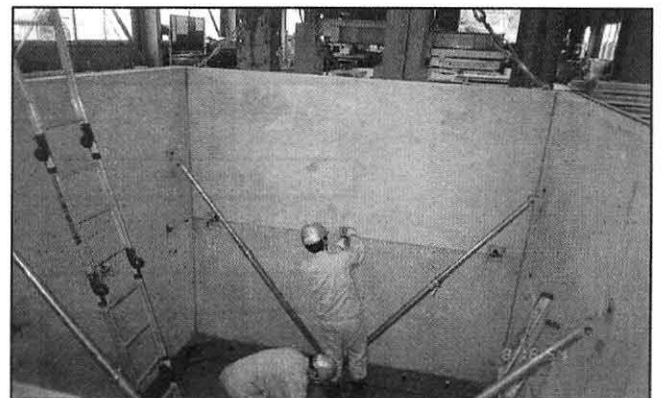
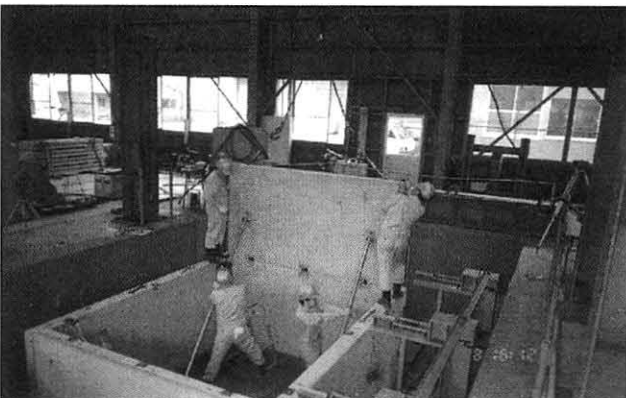
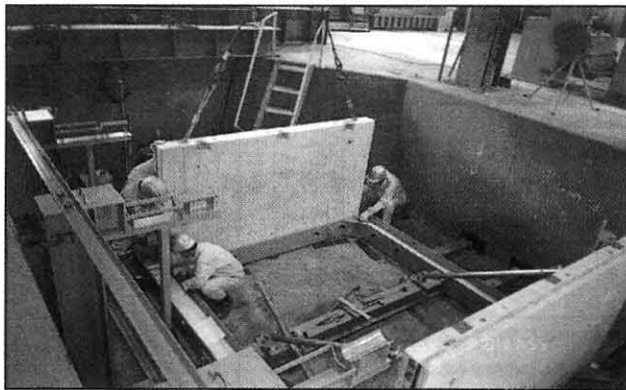
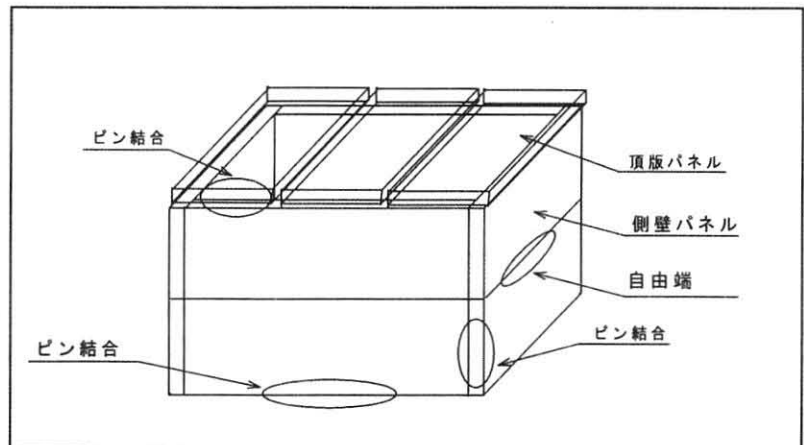
組立性の検証(屋内試験)

幅2.5×長さ3.0×高さ2.9 m

部材厚: 175 mm

目的

部材形状がフラットパネル構造であるため、組立時にパネルを安定した状態で据え付ける補助的な治具の開発を含め、組立作業に際しての安全性、作業性について確認を行った。



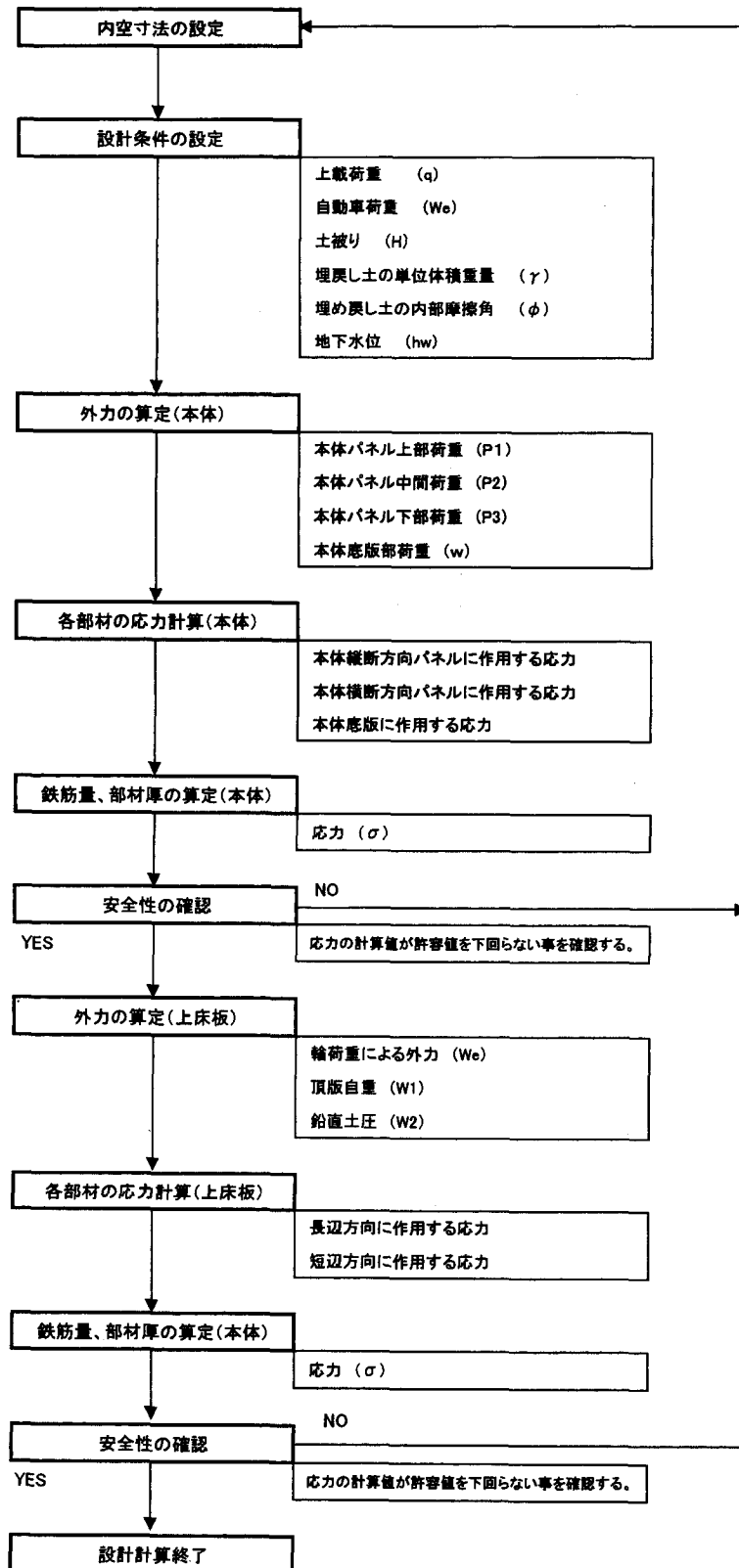
1. 設計参考資料

1-1 パイプライン保護工の設計方法

地中に埋設するプレキャストパイプライン保護工の設計計算は、道路下及び耕地下における保護工の頂部、側壁、底版に作用する荷重より、各応力の計算を行う。そのいずれもが許容値を満足することを確認する手法により行う。

(1) 設計手順

プレキャストパイプライン保護工の設計は、以下の手順で行う。



プレキャスト保護工歩掛について

1. 新技術研究協同組合歩掛(案)

分類 サイズ	分土工 幅1800×長さ1600×高さ2000 mm
-----------	-------------------------------

特殊作業員	6.00	人
普通作業員	2.75	人
クレーン(15t)	0.50	日

2. 調査歩掛

平成12年1月、茨城県江戸崎土地改良事務所発注による”県営かんがい排水事業606ーイ 新利根上流地区 6号分土工”にて実施を予定。

3. 積算参考資料

積算内容については下記に示す。直接工事費比較は、現場実証試験(新利根上流地区 6号分土工)における”プレキャスト工法”と”現場打ち工法”を行った。

現場施工条件

土 質: 砂質シルト
地下水位: GL - 1.0 m

最終結果は施工件数量が少ない為、現在確認中である。

他現場への適用に際し、現場条件を考慮し、現場施工の実績を確認を必要とする。