

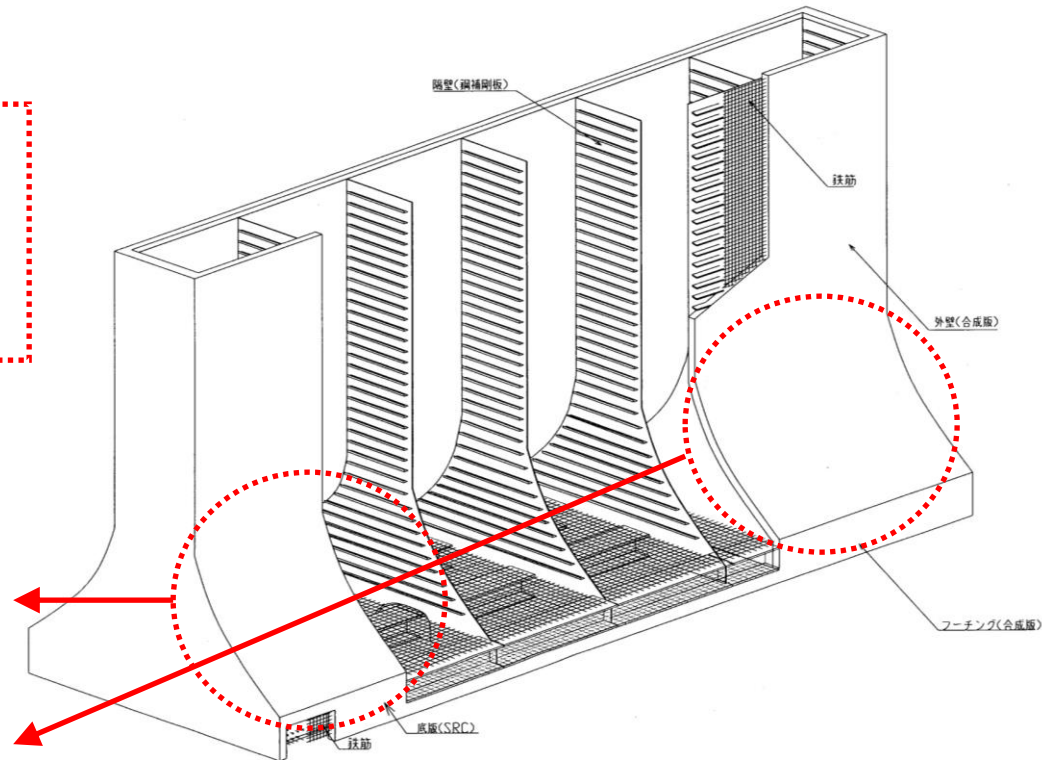
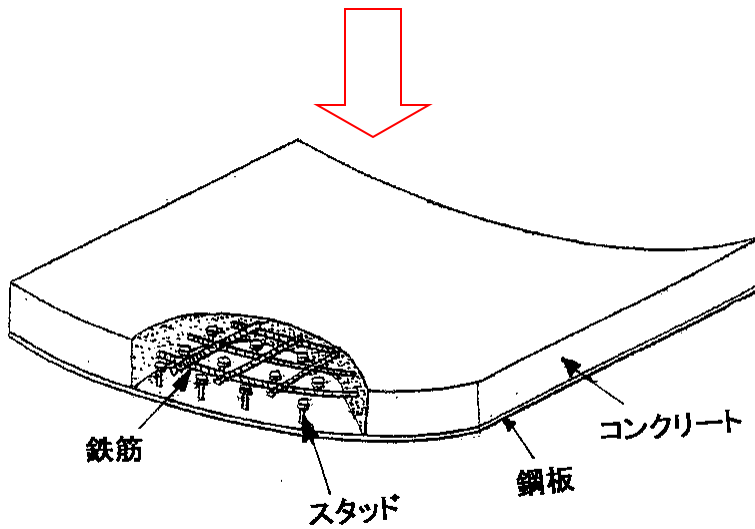
曲面合成版式ケーソン の概要

日立造船株式会社

京大 土木 講義 田中 洋

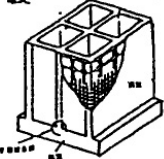
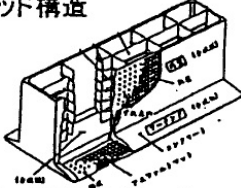
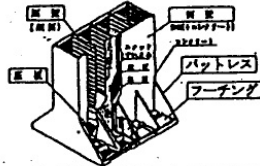
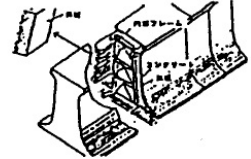
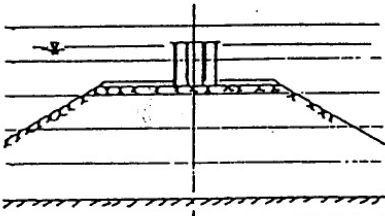
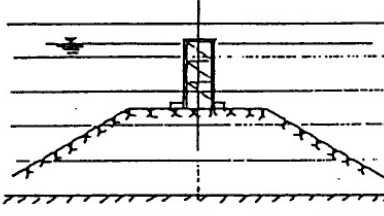
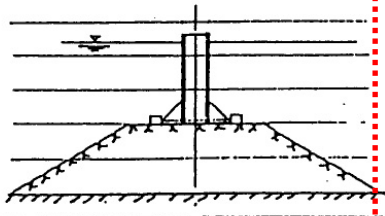
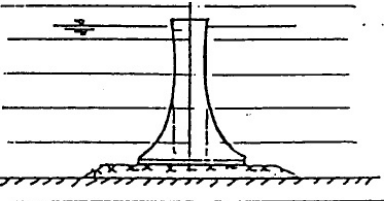
曲面合成版式ケーソン

- ・鋼とコンクリートの合成構造
- ・曲面版の優れた強度特性



曲面合成版ハイブリッドケーソンのコンセプト

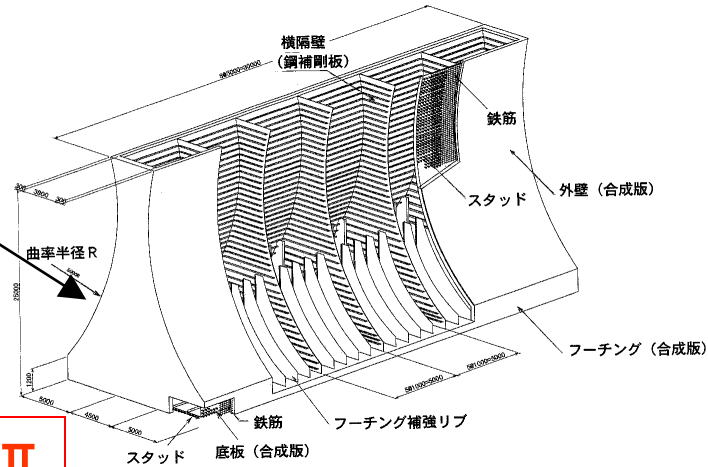
曲面合成版式ケーソン

	従来のRCケーソン 鉄筋コンクリート製	ハイブリッドケーソン ハイブリッド構造	幅広フーチングケーソン ハイブリッド構造+バットレス	スムーズフーチングケーソン シェル型ハイブリッド構造
形状				
適用水深	5-10m 	10~20m 	20~30m 	10~30m 
ケーソン長	5-10m	10~40m	20~40m	10~60m
長所	高度な技術を必要としない 建設設備が小さくてすむ	フーチングを大きく出来る 地盤改良が少なくなる 水深10m以上ではコストダウン	フーチングをさらに大きく出来る 軽量化が可能	フーチングが大きく大水深に適す 長大化に適している。 大水深でRCよりコストダウン
短所	重量が大きいので地盤改良必要 マウンドが大きくなる	10m程度の水深ではコストが RCよりも高い。	バットレス近傍に応力集中 耐久性に問題	建設設備が大きくなる

ケーソンの技術開発

HZ独自開発のケーソン

新形式



新設計コンセプト
(技術的裏付け)

港湾空港技研
構造強度研究室

強度

1. サンドイッチ構造
2. ずれ止め
穴あき鋼板リブ
3. 底版の支持構造

性能規定設計
終局強度

FEM
実験

施工法

施工試験

施工性
ひび割れ制御
コスト

H12
堺で実験

港湾空港技術研究所との共同研究

- 目的

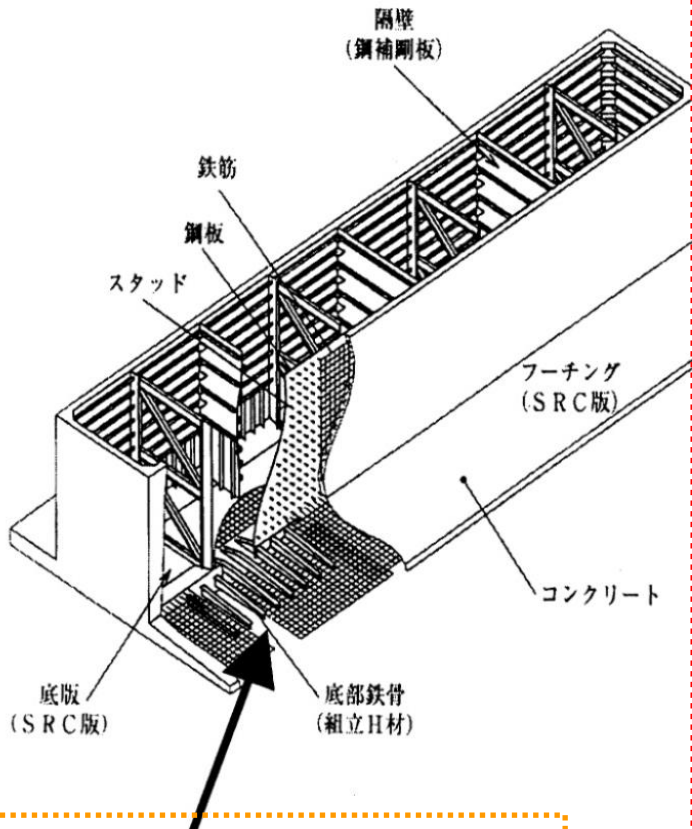
強度特性の解明
設計手法の確立

- 研究の分担

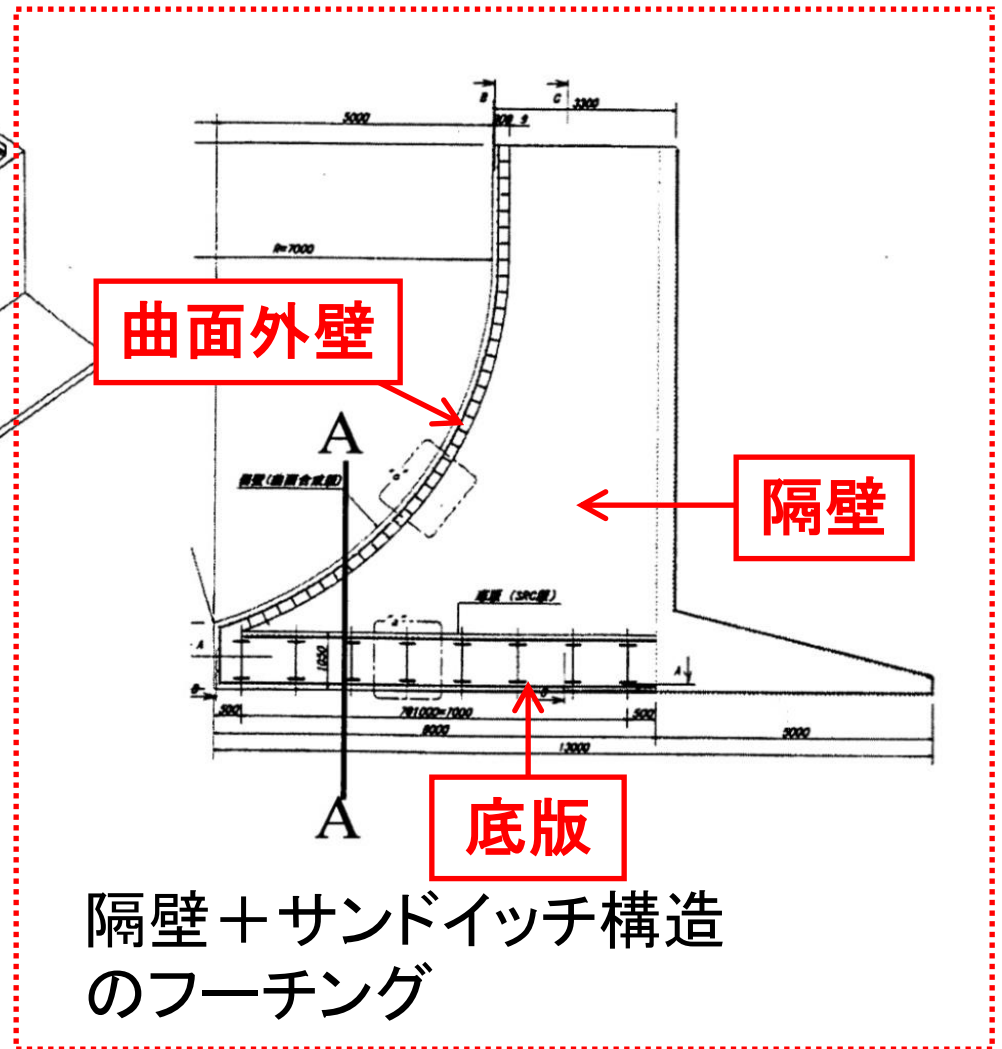
運輸省 : 合成曲面版の適用性の検討

日立造船: 強度特性解明のための解析・実験

設計コンセプト I

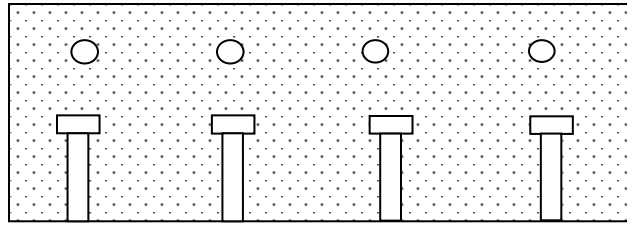


カンチレバーフーチング



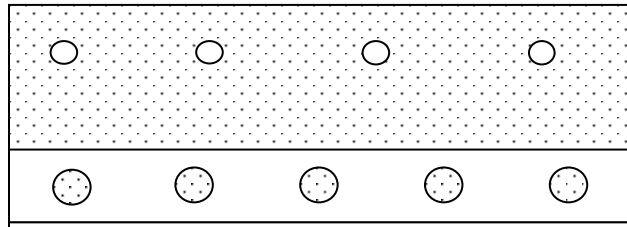
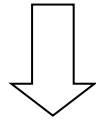
隔壁 + サンドイッチ構造
のフーチング

設計コンセプト II



従来型ハイブリッドケーソン断面

ずれ止め材に頭付きスタッドを使用



曲面合成版式ケーソン断面

ずれ止め材に穴あきリブを使用



曲面合成版式ケーソンの
ずれ止め

背面スチフナの省略化

曲面版に溶接した
穴付き鋼板



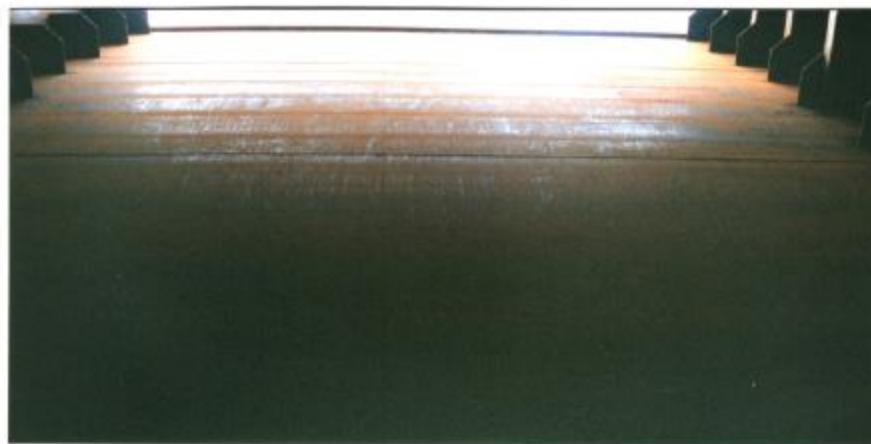
背面スチフナの省略



穴付き鋼板リブ



ハイブリッドケーソンの内部



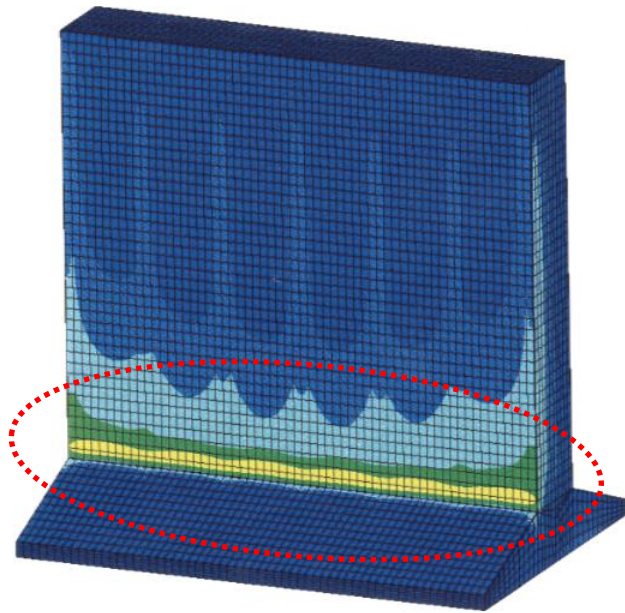
曲面合成版式ケーソンの内部

設計コンセプトⅢ

曲面シェル効果

(1) 全体剛性の増加

(2) フーチング部の応力集中の緩和



MPa

8

7

6

5

4

3

2

1

0

ハイブリッドケーソン

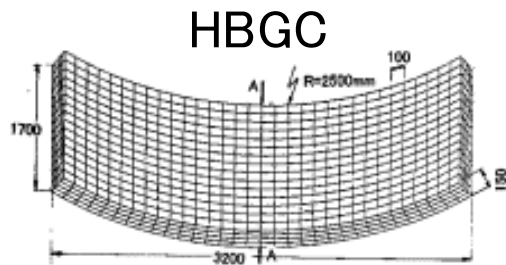
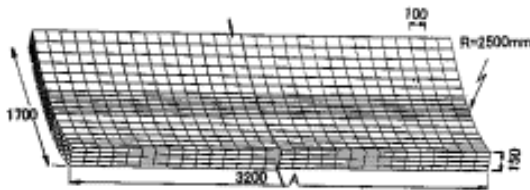
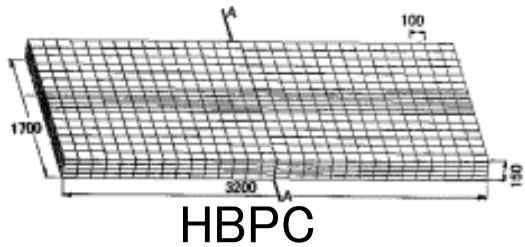
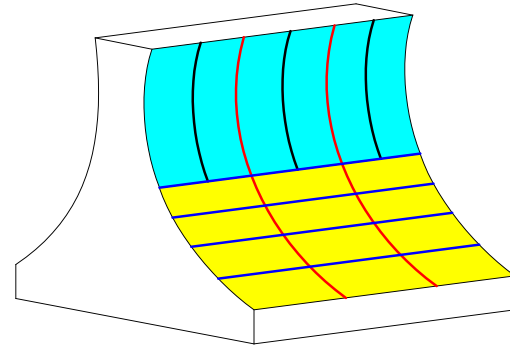
曲面合成版式ケーソン

押し波荷重下での外壁前面の最大主応力分布

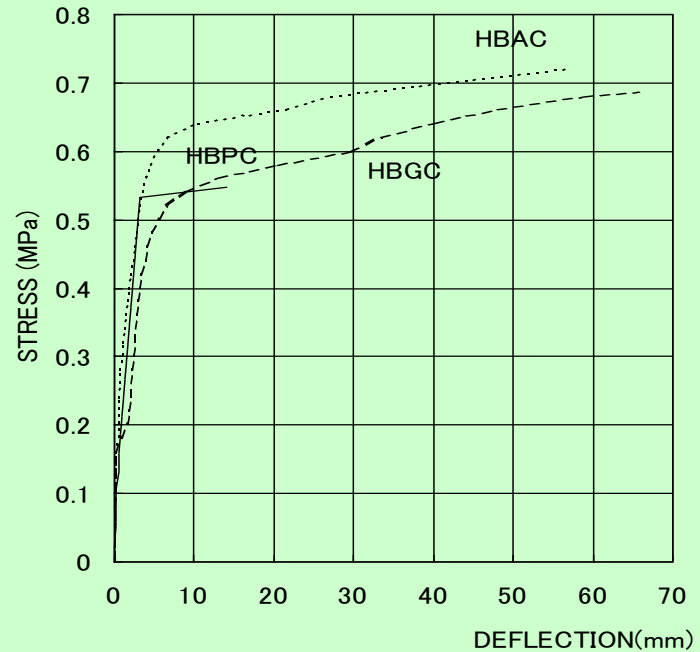
性能照査型設計

限界状態設計

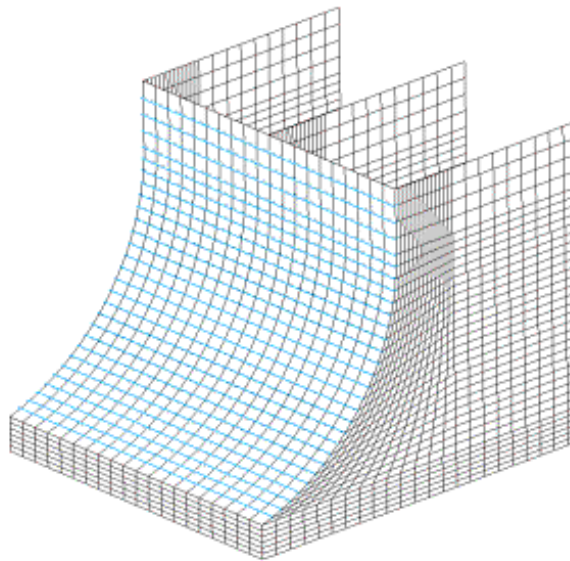
FEM終局強度解析



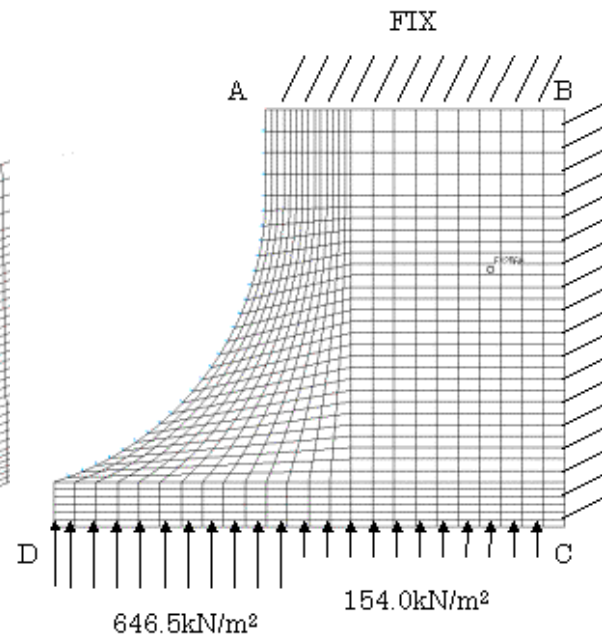
HBAC



性能照査型設計



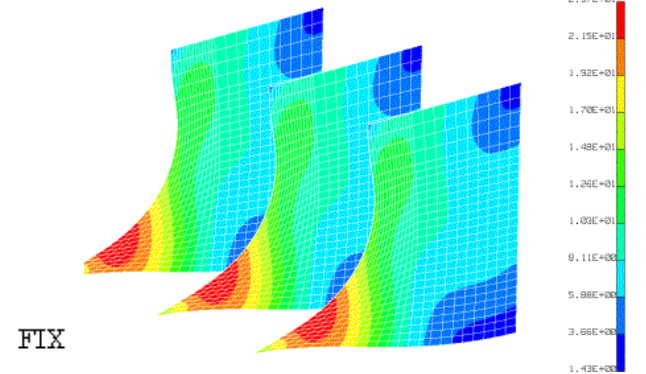
解析モデル



荷重条件

(地震時の終局限界状態)

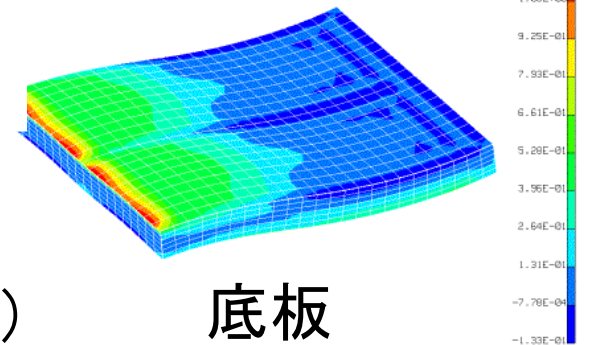
RESULTS: 2- B.C. 1, STRESS, 2, LOAD SET 1 /disc1/matsuno/teibann.af1
STRESS - VON MISES MIN: 1.43E+00 MAX: 2.37E+01
DEFORMATION: 1- B.C. 1, DISPLACEMENT 1, LOAD SET 1
DISPLACEMENT - MAG MIN: 0.00E+00 MAX: 8.10E+00
FRAME OF REF: PART



FIX

隔壁

S: 2- B.C. 1, STRESS, 2, LOAD SET 1 /disc1/matsuno/teibann.af1
- MAX PRIN MIN: -1.33E-01 MAX: 1.19E+00
RITING: 1- B.C. 1, DISPLACEMENT 1, LOAD SET 1
CEMENT - MAG MIN: 0.00E+00 MAX: 8.13E+00
OF REF: PART

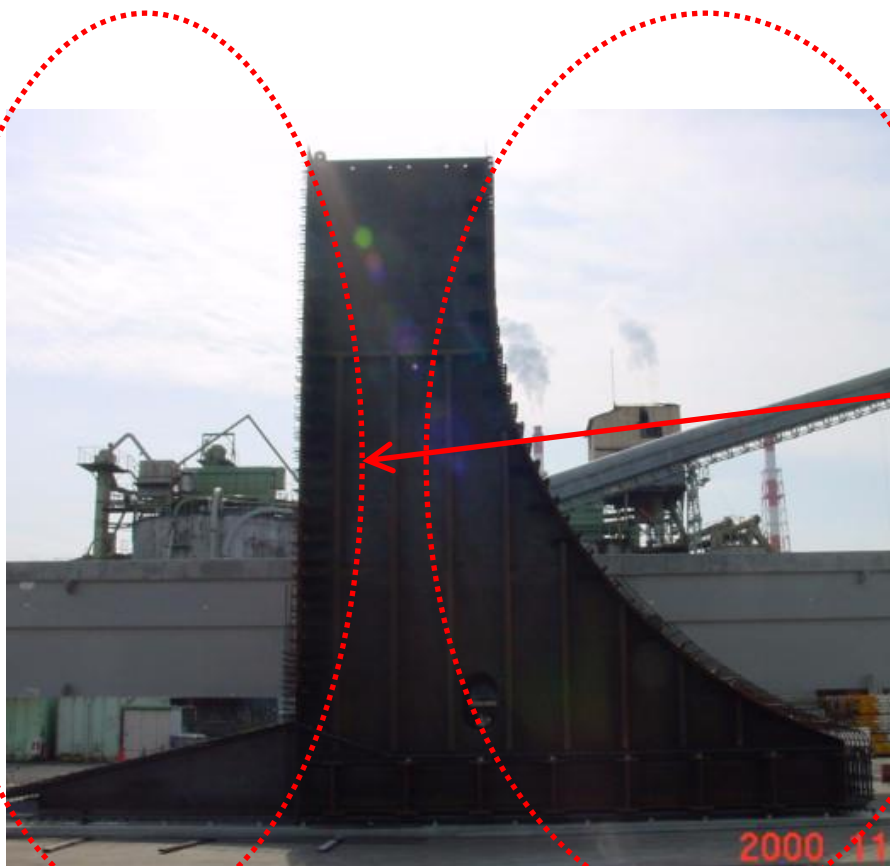


底板

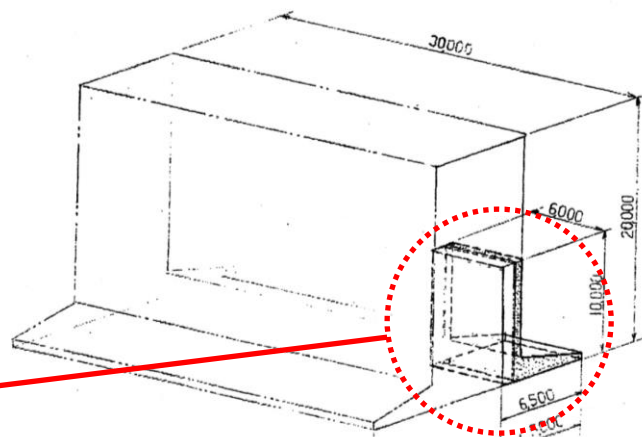
施工性及び強度試験の概要

- 実施施工試験
 - (1) リブ付き鋼板自然沿わし
 - (2) 背面スチフナ省略
- 施工完了後の長期計測と荷重載荷試験
 - (1) 乾燥収縮
 - (2) 正圧・負圧下での外壁応力状態

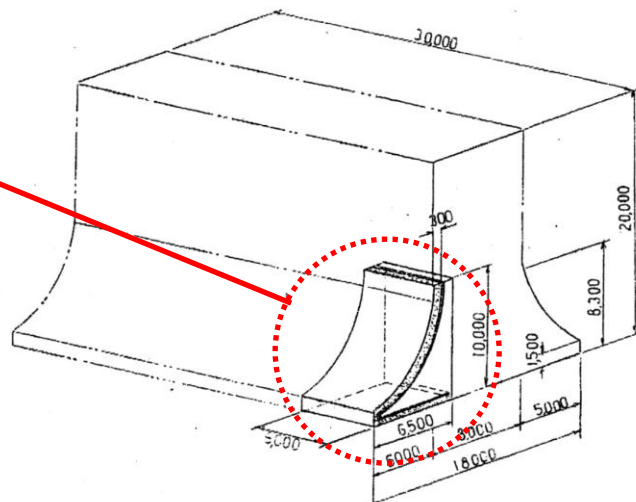
打設試験のモデル範囲



試験体



従来型ハイブリッドケース



合成曲面版式ケース

曲面版の製作

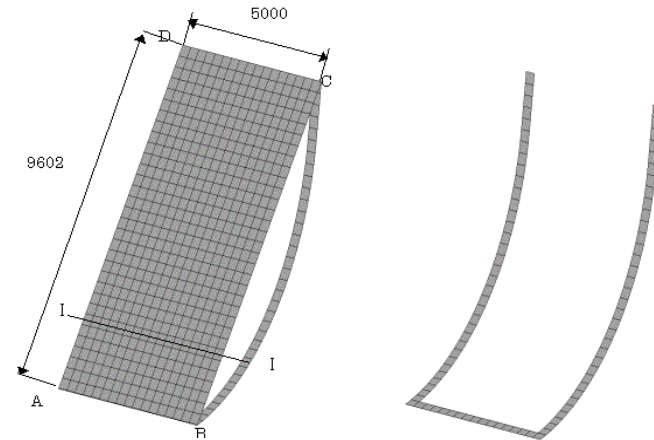
自重による沿わしのみで据え付け可能



プレス加工の省略

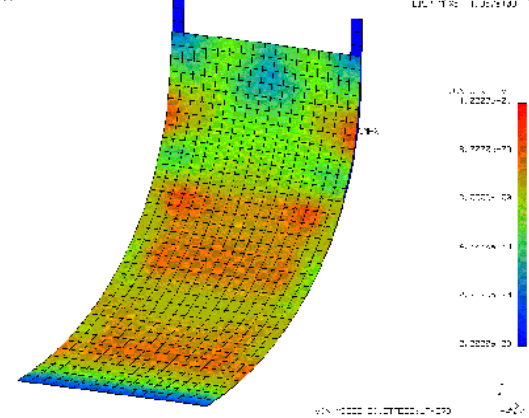


曲面版の据え付け状況



鋼板パネル

バルクヘッド

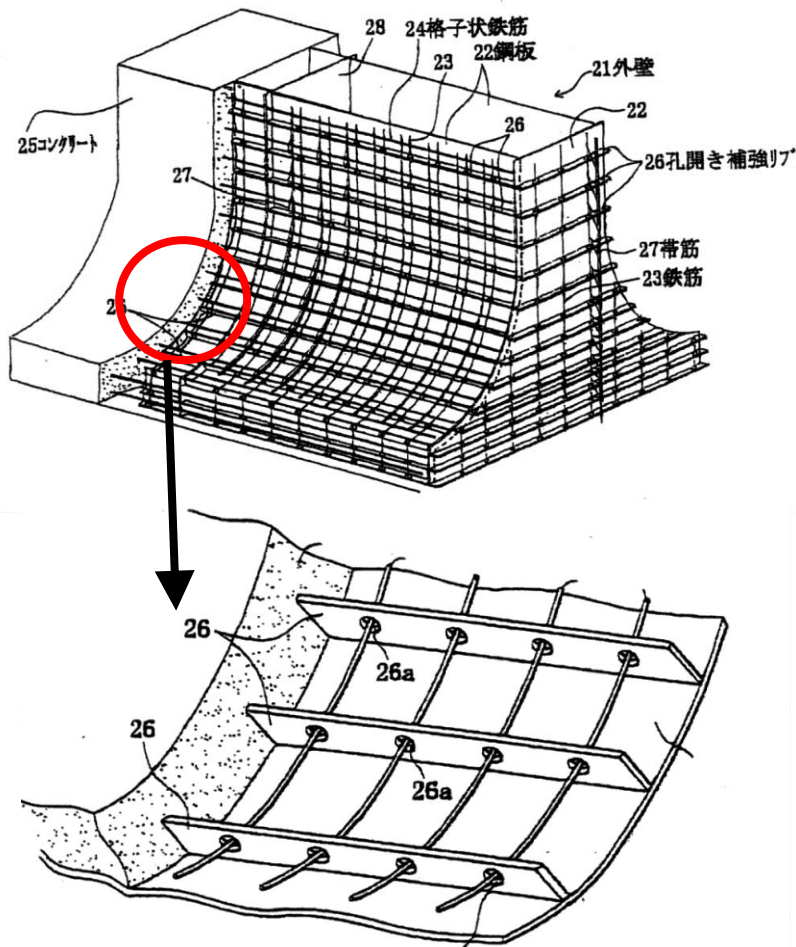


解析結果

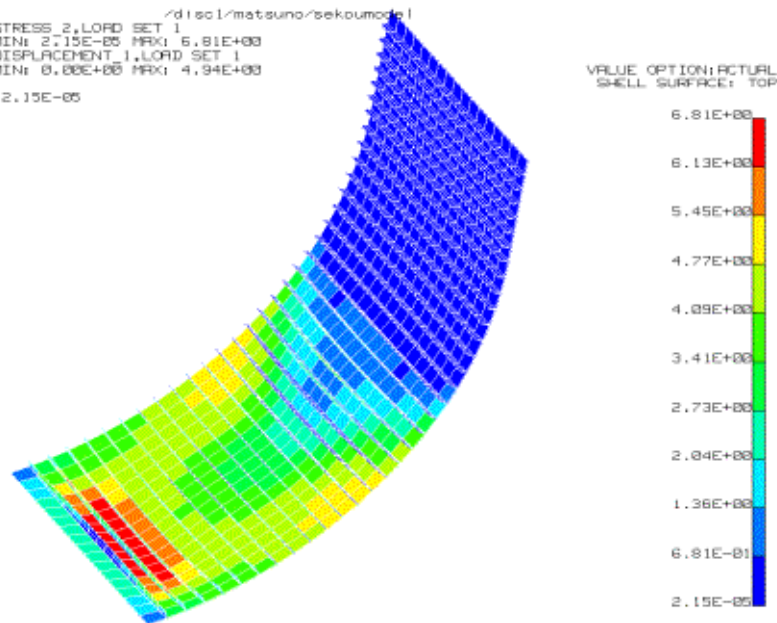
プレス省力工法のための解析

型枠省略工法のための解析

穴つき鋼板リブ } ずれ止め
スチフナ



```
r:\disc1\matsuno\sekoumodel  
1,STRESS 2,LOAD SET 1  
ES MIN: 2.15E-05 MAX: 6.81E+03  
1,DISPLACEMENT 1,LOAD SET 1  
AS MIN: 0.00E+00 MAX: 4.94E+03  
RT  
: 2.15E-05
```

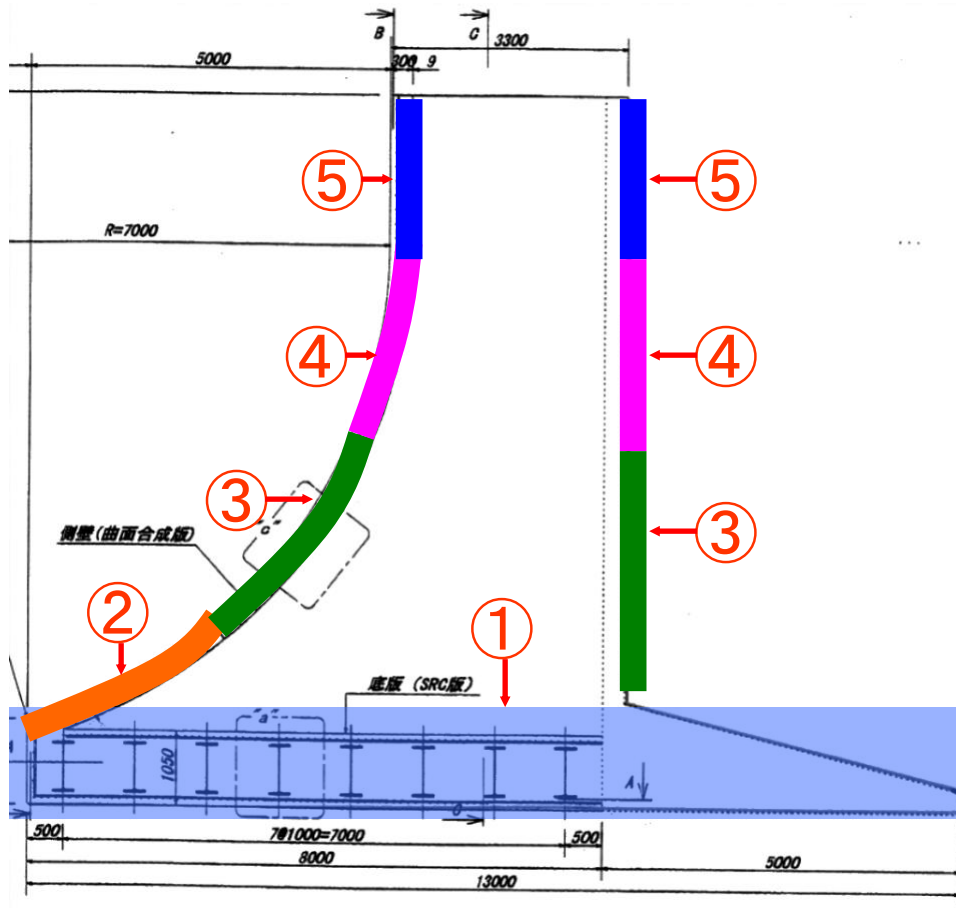


解析結果

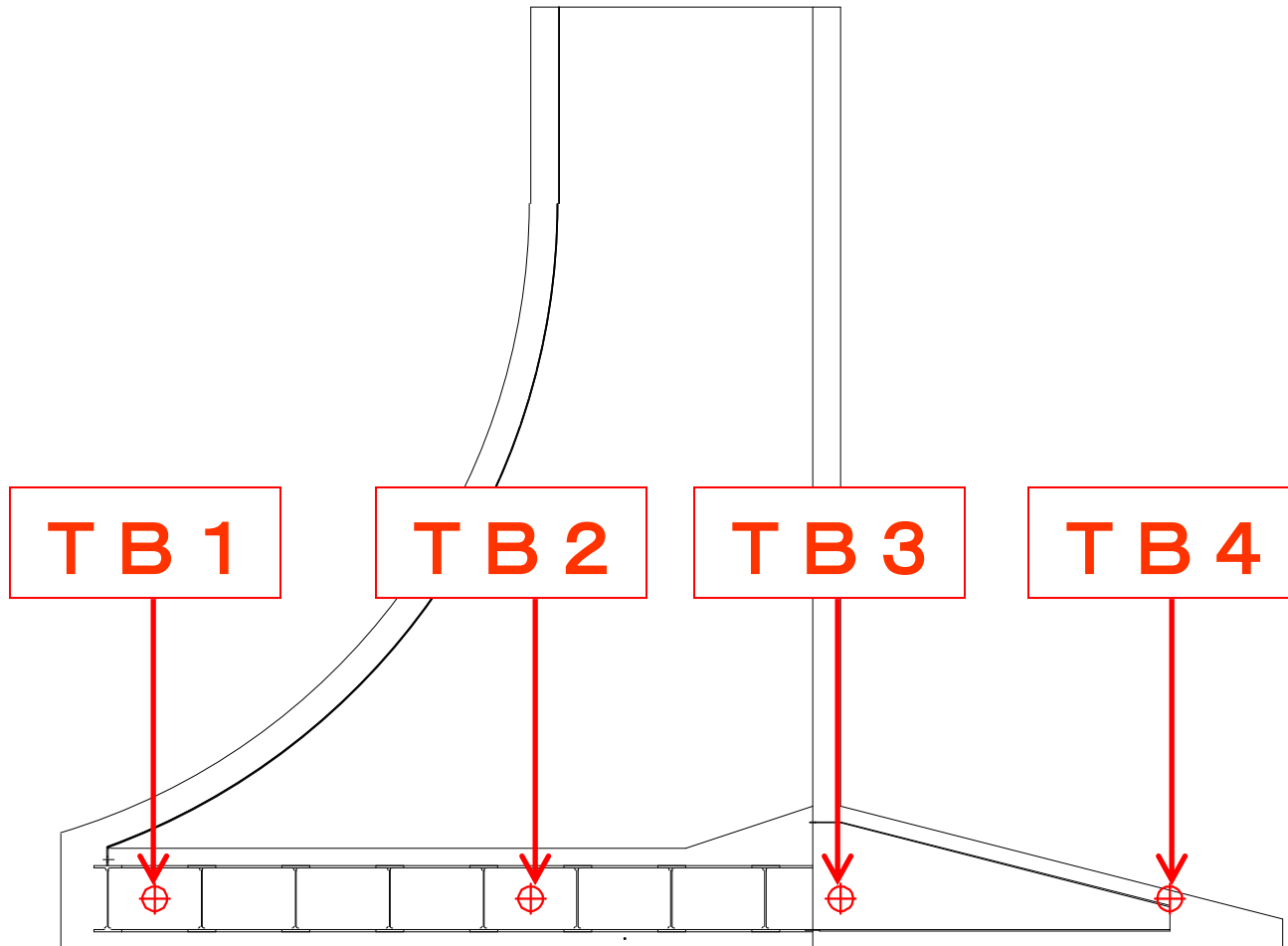
コンクリート 打設状況



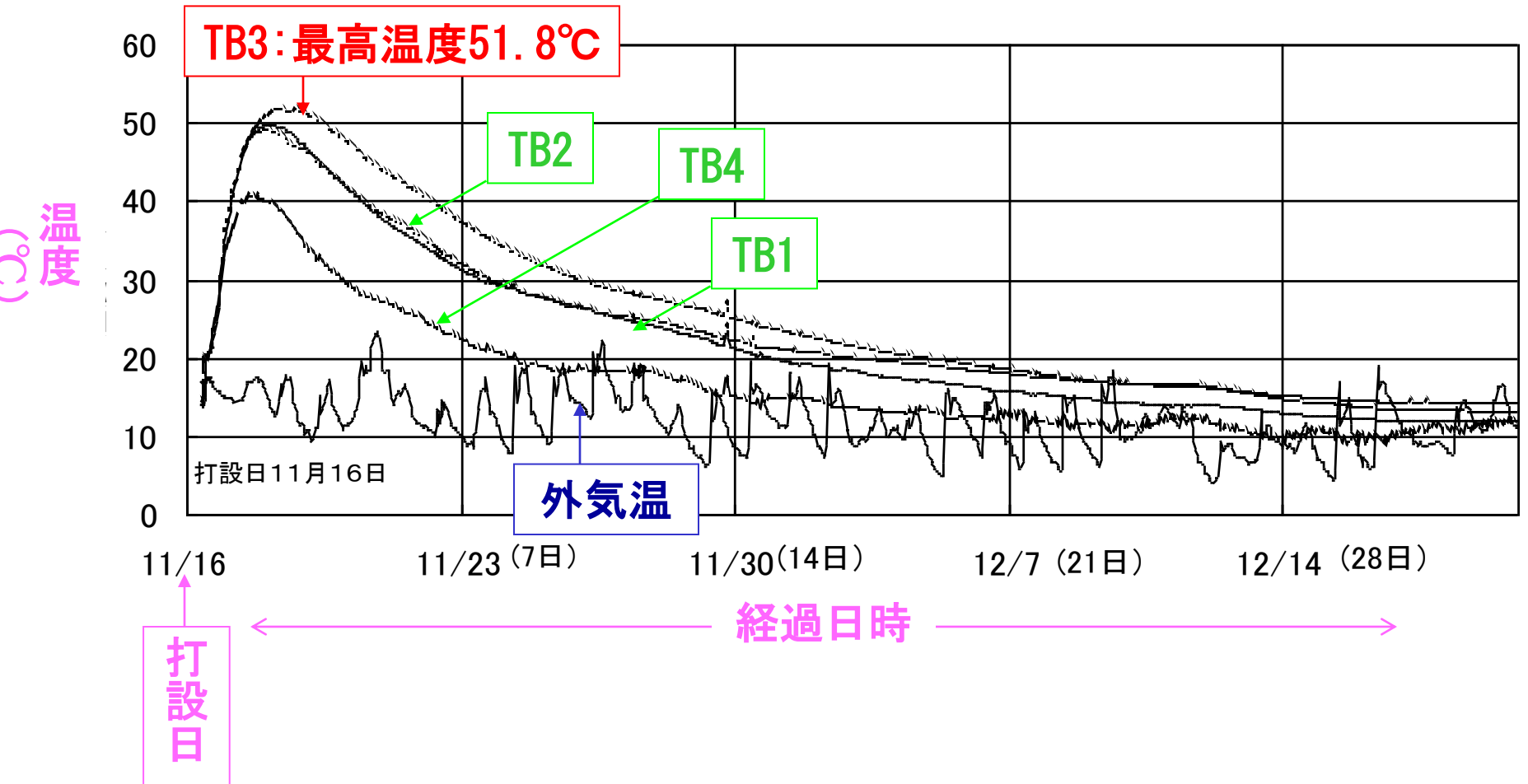
コンクリート打設順序



底版コンクリート温度の経時変化



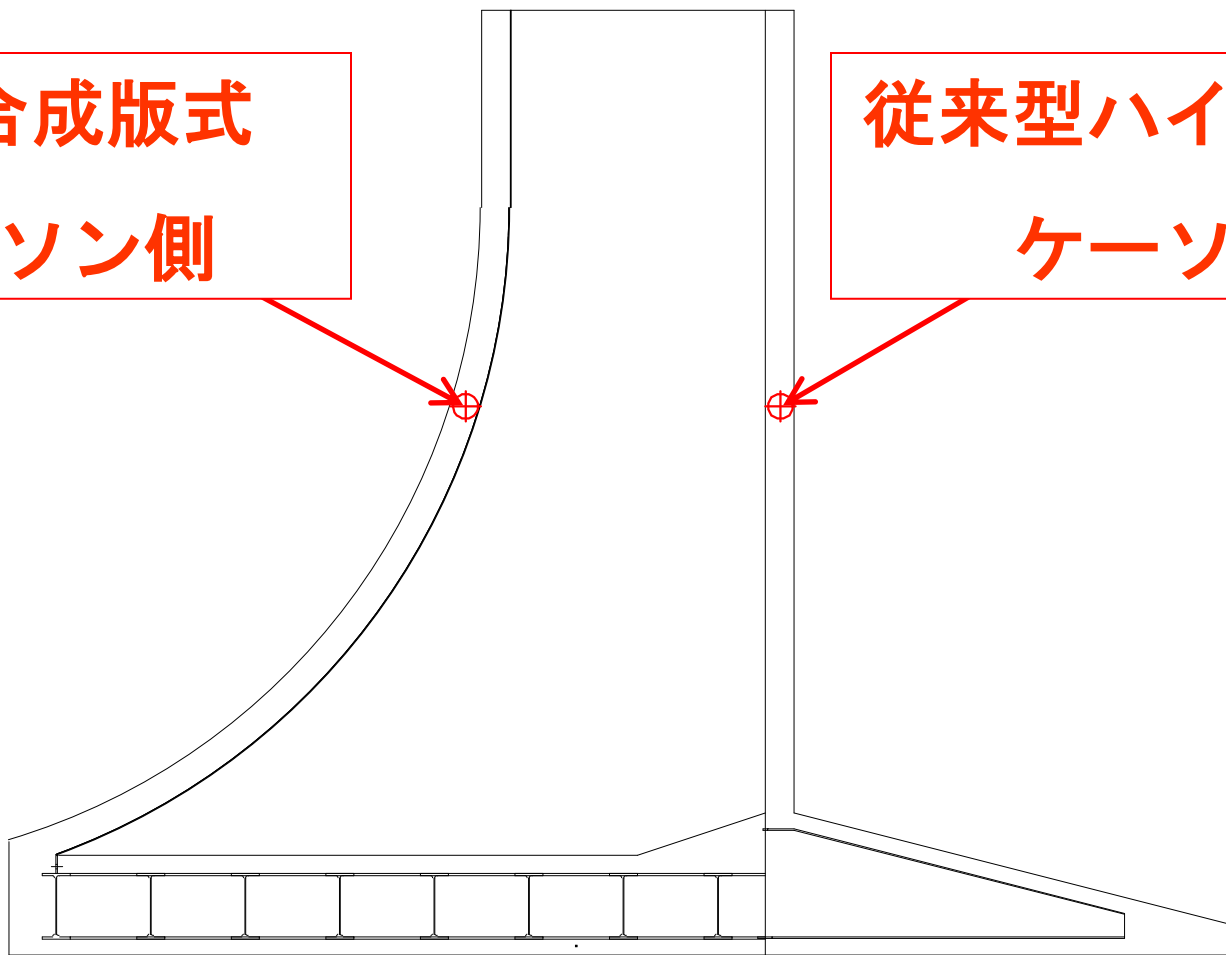
底版コンクリート温度の経時変化



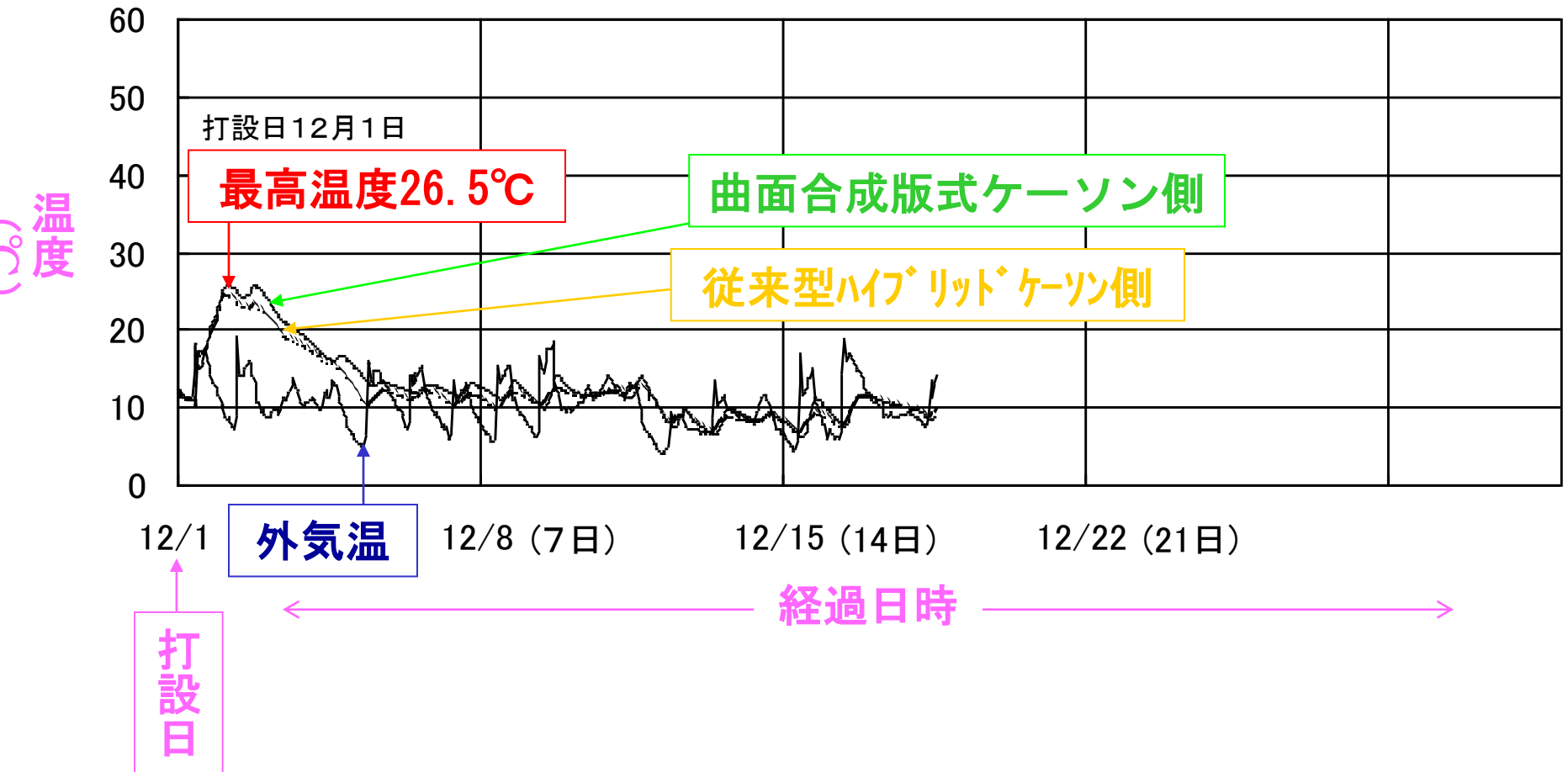
側壁コンクリート温度の経時変化

曲面合成版式
ケーソン側

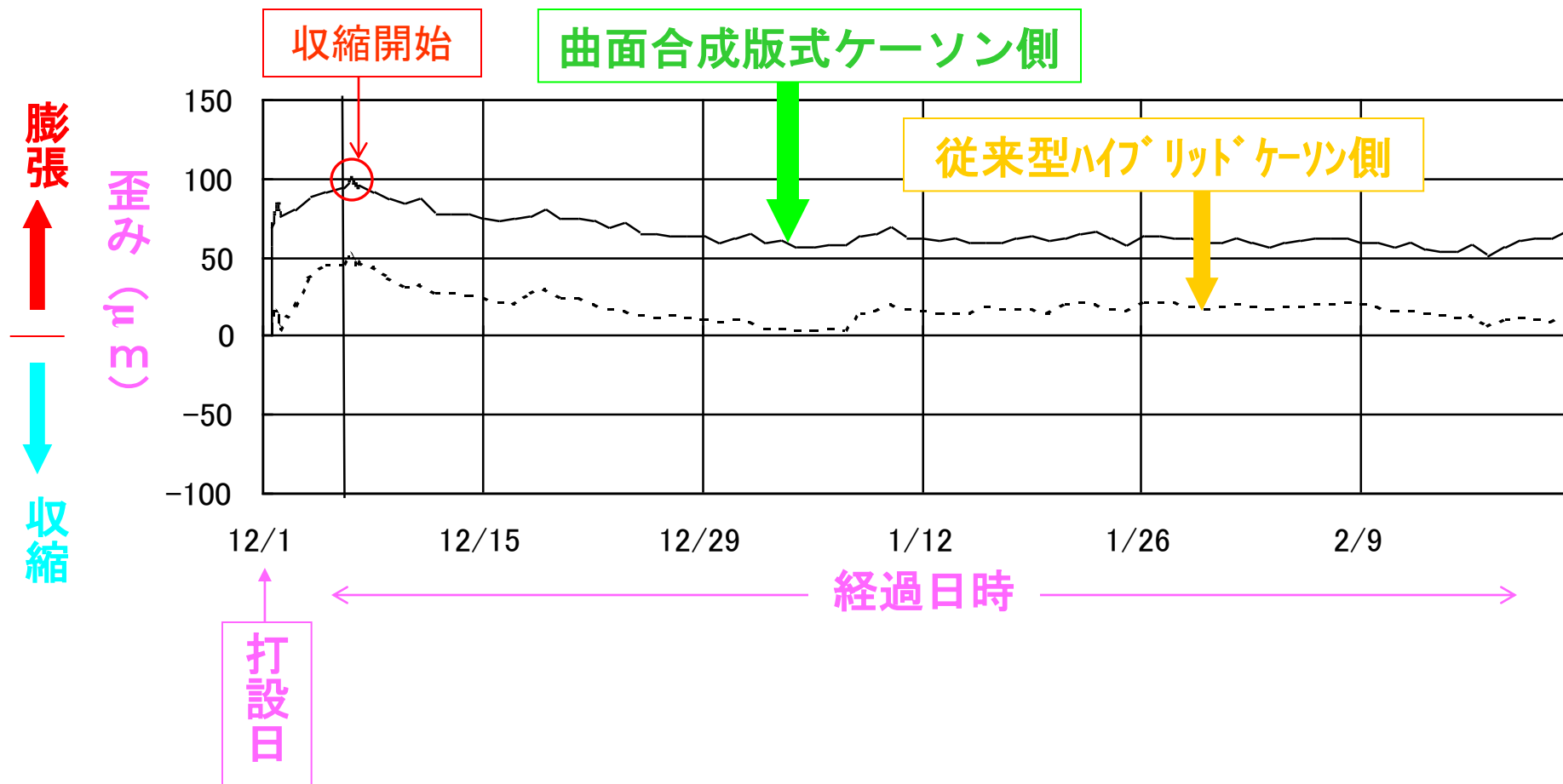
従来型ハイブリッド
ケーソン側



側壁コンクリート温度の経時変化



水和熱による歪み量(側壁)



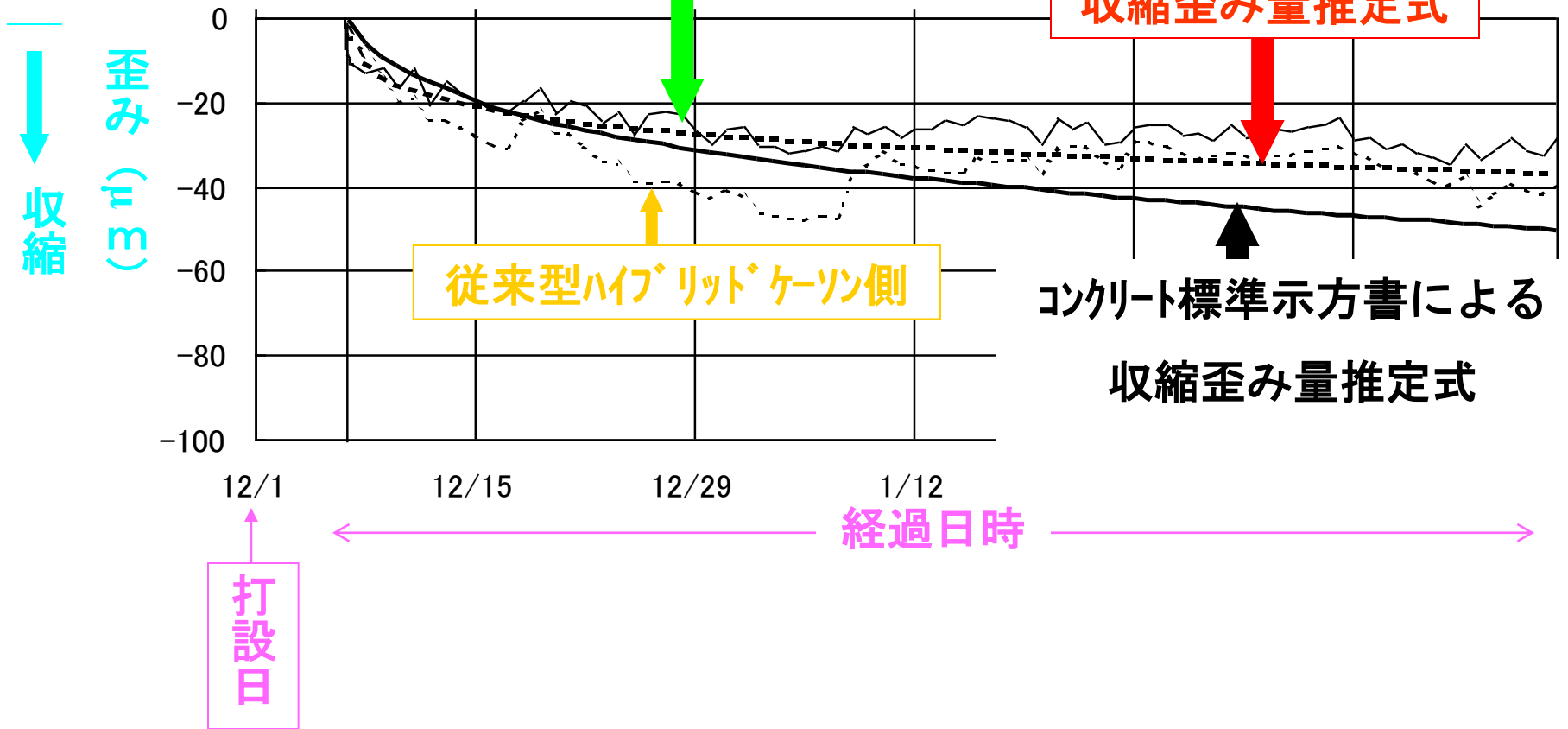
水和熱による収縮歪み量(側壁)

曲面合成版式ケーソン側

収縮歪み量推定式

従来型ハイブリッドケーソン側

コンクリート標準示方書による
収縮歪み量推定式



水和熱による収縮歪み量推定式 (曲面合成版式ケーソン側の側壁)

$$\varepsilon'_{cs}(t, t_0) = \left[1 - e^{\left\{ -0.168(t - t_0)^{0.32} \right\}} \right] \varepsilon'_{sh}$$

材齡 $t_0 \sim t$ における収縮歪み

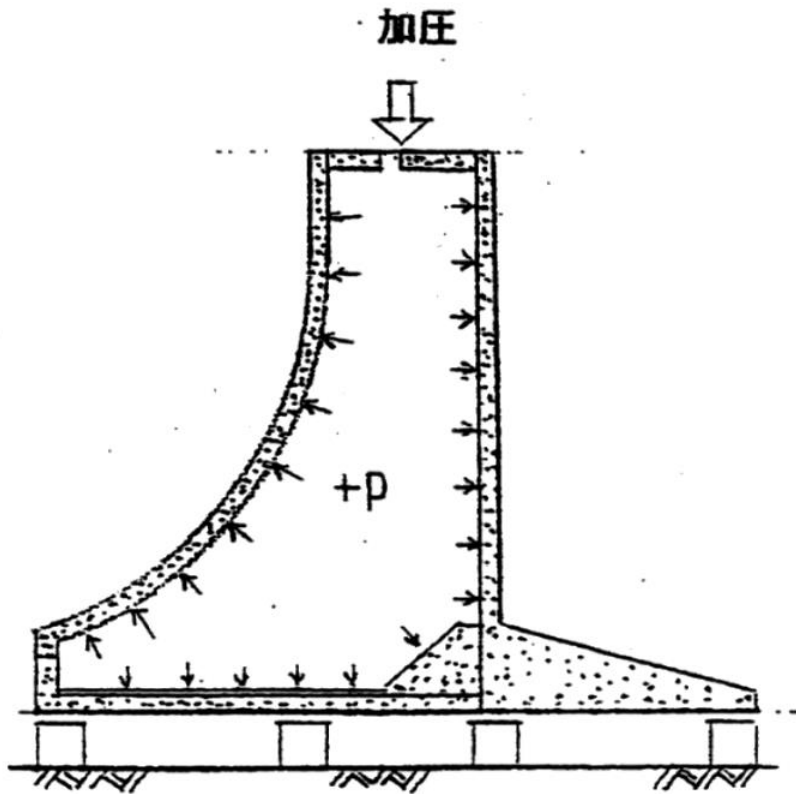
収縮歪みの最終値

t_0 : 乾燥開始時材齡

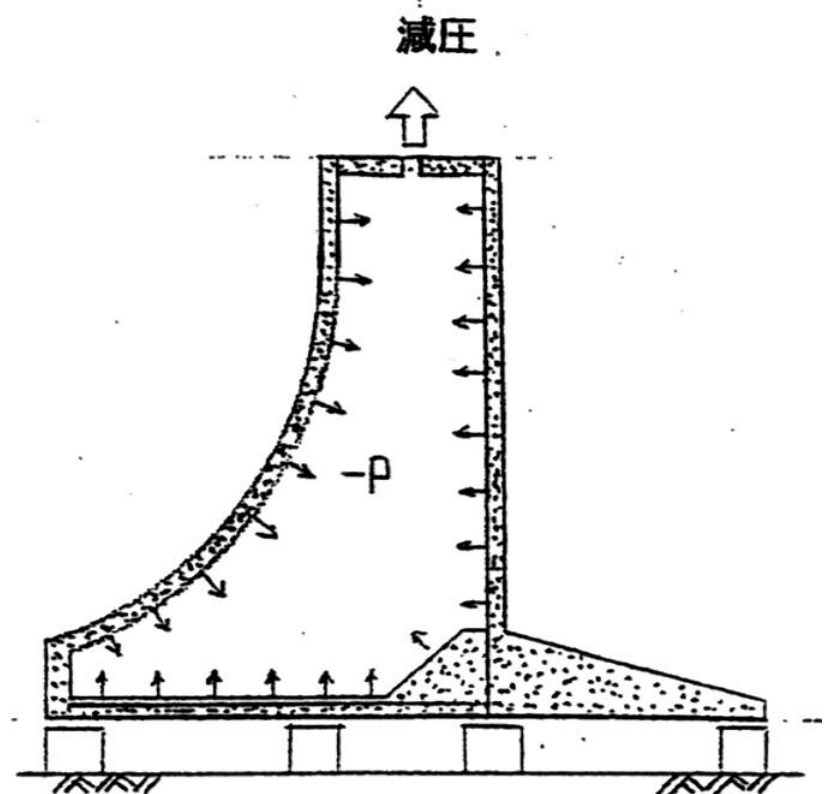
t : 乾燥中の有効材齡

荷重試験

目的：設計強度の確認

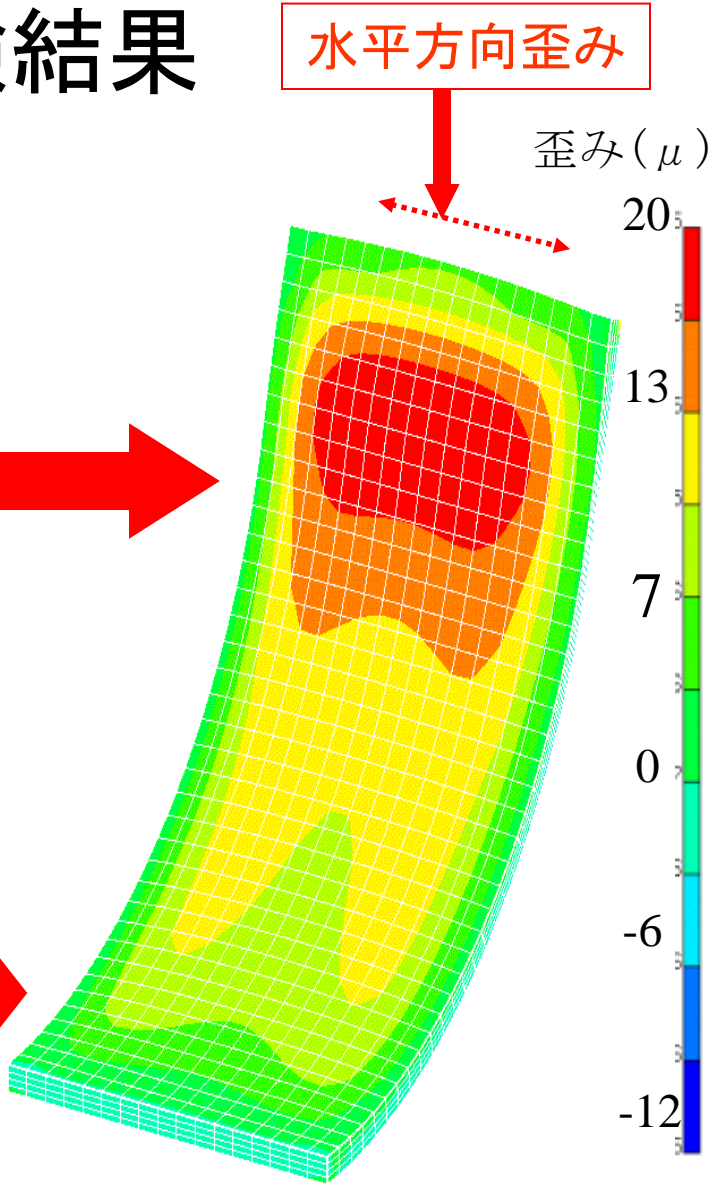
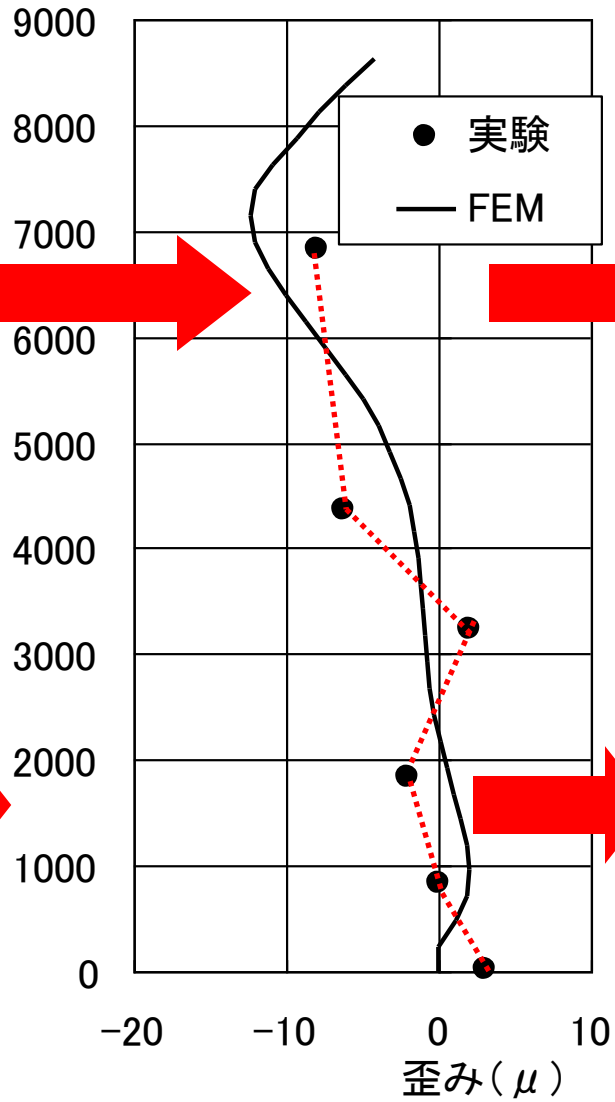
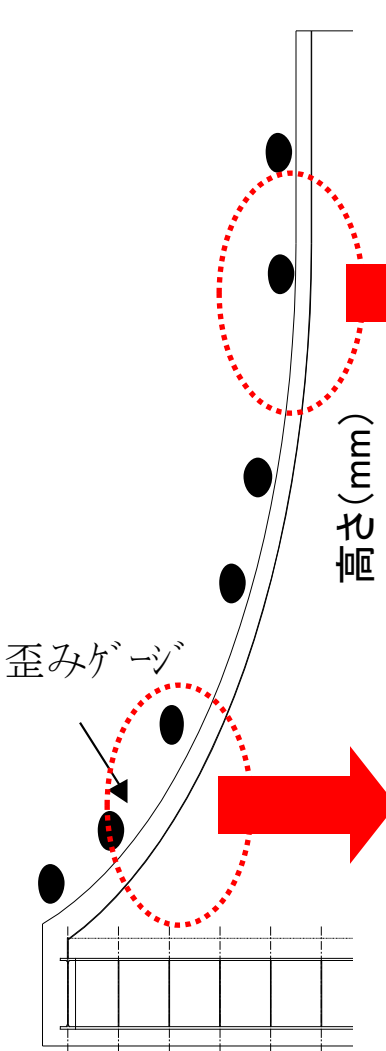


引き波；加圧試験



押し波；減圧試験

荷重試験結果

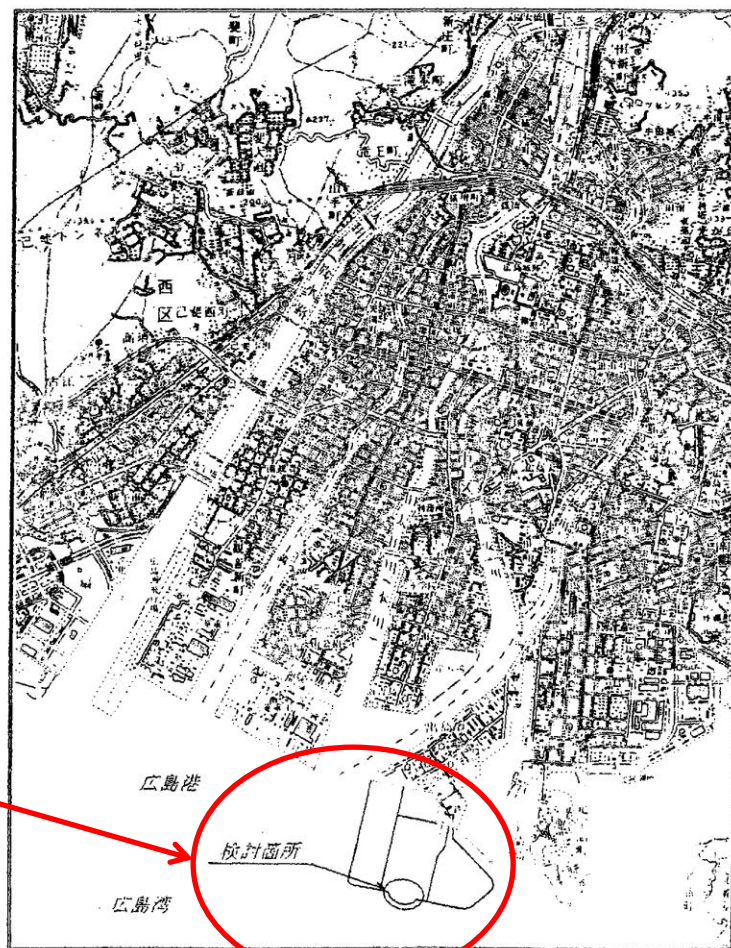


従来型ハイブリッドケーンとの比較検討

検討対象	特定重要港湾広島港 出島地区広域護岸（B）
潮位	H.W.L 3. 8 0 0 m L.W.L 0. 1 5 0 m R.W.L 1. 3 7 0 m
波浪	有義波高 1. 0 3 0 m 周期 2. 9 0 0 秒
水深	— 1 4. 0 0 0 m
設計震度	0. 1 0

計画平面図

1:50,000 広島

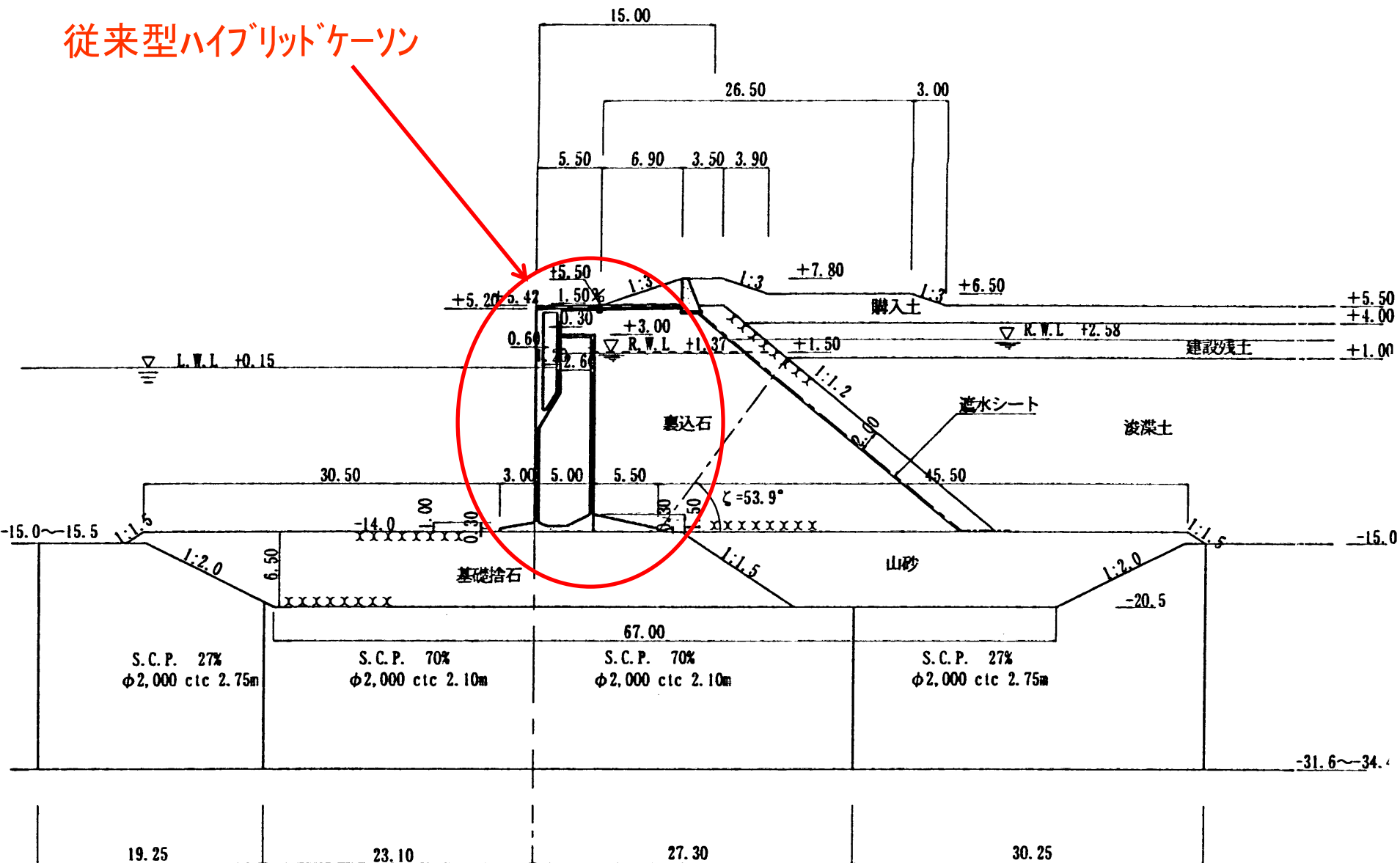


検討箇所

標準断面図

消波スリット付

従来型ハイブリッドケーン

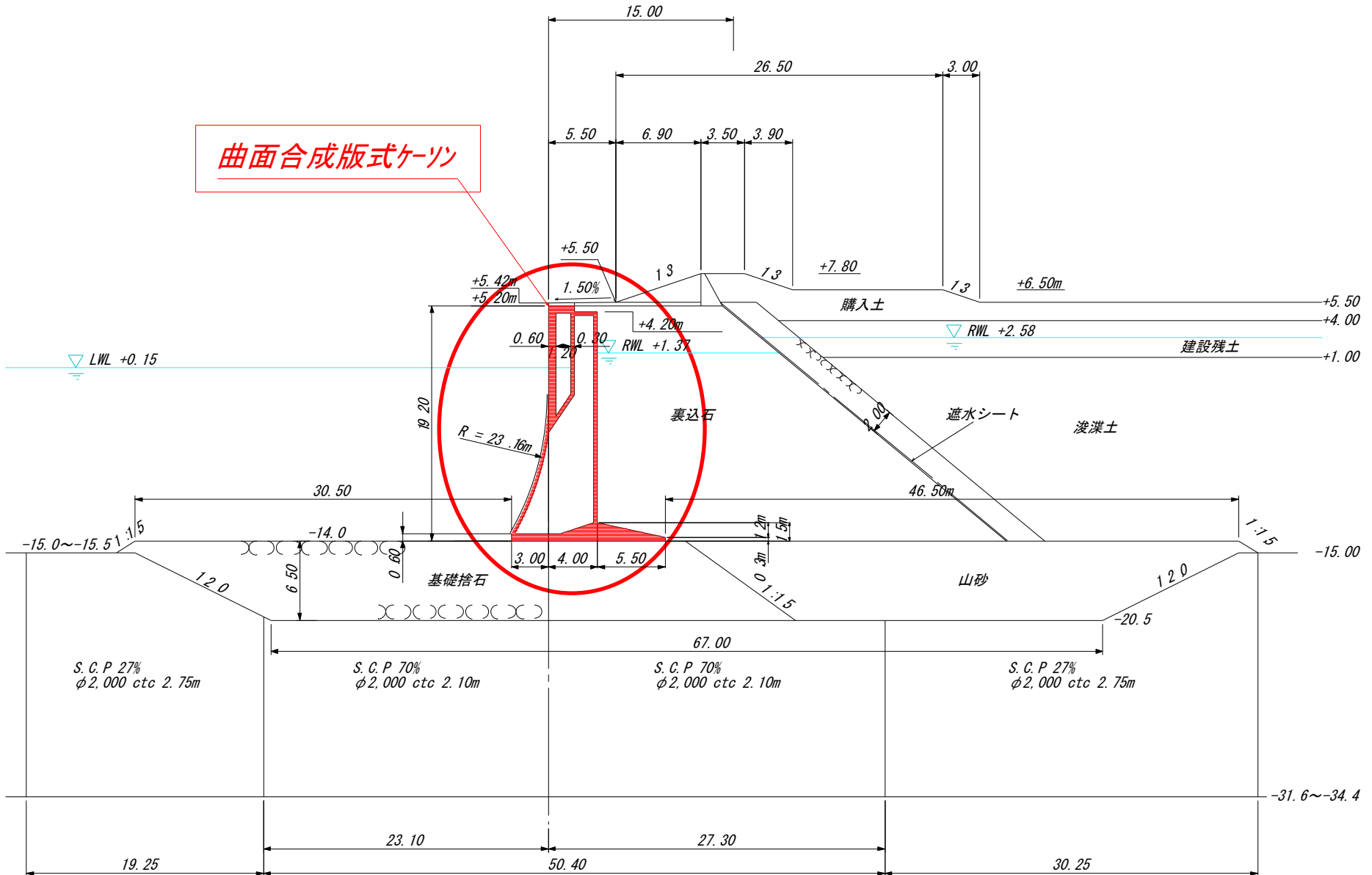


ケーソン完成状況



標準断面図

曲面合成版式ケトン



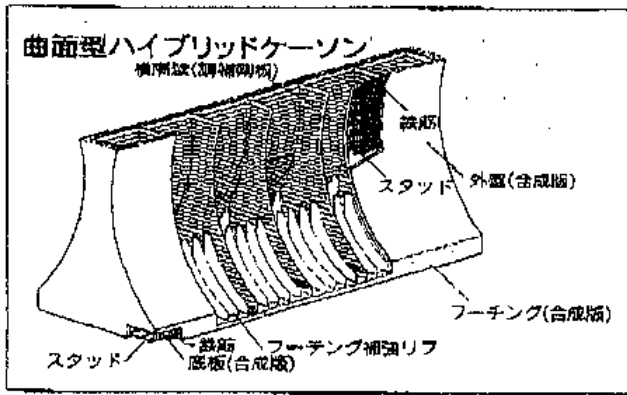
経済性検討結果[千円/m]

	従来型 ハイブリッド ケーソン	曲面 合成版式 ケーソン
地盤改良	6,647	6,647
基礎工	1,615	1,615
本体工	3,887	3,825
その他	2,036	2,073
合計	14,185	14,160

次世代型ハイブリッドケーソン

日立造、港湾技研と開発

曲面構造で耐久性向上



ハイブリッドケーソンは、構造が、港湾施設の防波堤鋼筋コンクリートの各段の鋼筋を用いた構造は、鉄筋

来年4月商品化

日立造船は運輸省港湾技術研究所と共同で、曲面形状ハイブリッドケーソンを開発した。9月をめどに、乗物大の終手エックを終えた後、2001年4月に商品化する。曲面構造は、鋼筋コンクリート製の従来のハイブリッドケーソンに比べて、耐水性を向上し、海底地盤への負担を軽減したうえ、工費の低減が図れる。各自治体国県コンテナターミナルなど、水深深化が進む港湾施設向けに採用を働きかける。

コンクリート製に比べ、地盤改良が不要で地盤沈下量が小さく、長大化による特徴を備える。今回、開発した次世代型ケーソンは従来の平面だった外壁を曲面構造とし、波浪などに耐える剛性を高めた。フーチング(張り出し