

耐震・制振に関わるプチ開発例

北野高校 第77期

飯田技術士事務所(元住金・元大阪産業大学)

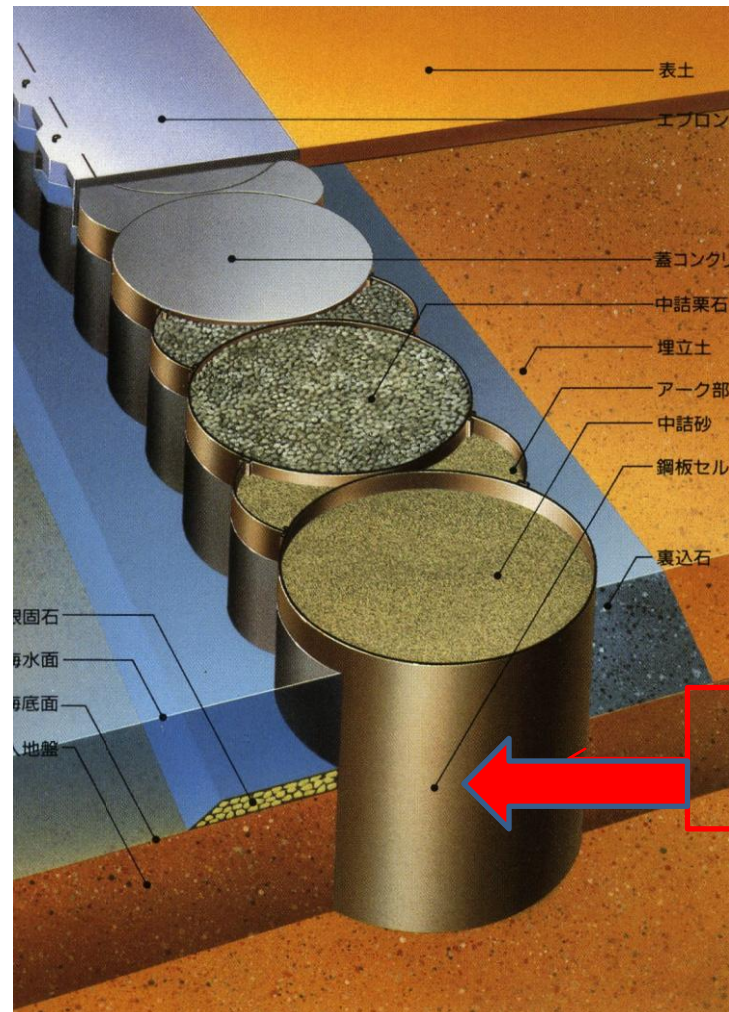
飯田 毅

開発例等の小話

- (1) **耐震**; 根入れ式鋼板セル護岸の耐震設計
- (2) **耐震**; 液状化抑止対策(排水機能付き鋼材)
- (3) **制振**; チェーンダンパー他
- (4) **耐震・海洋向けエコロジー**; エコ岸壁
- (5) **津波**対策; 浮上式鋼管防波堤の設計検討
- (6) **耐震**; 既設河川堤防の耐震補強

◆耐震一話題1

【根入れ式鋼板セル護岸の耐震設計】



鋼板セル

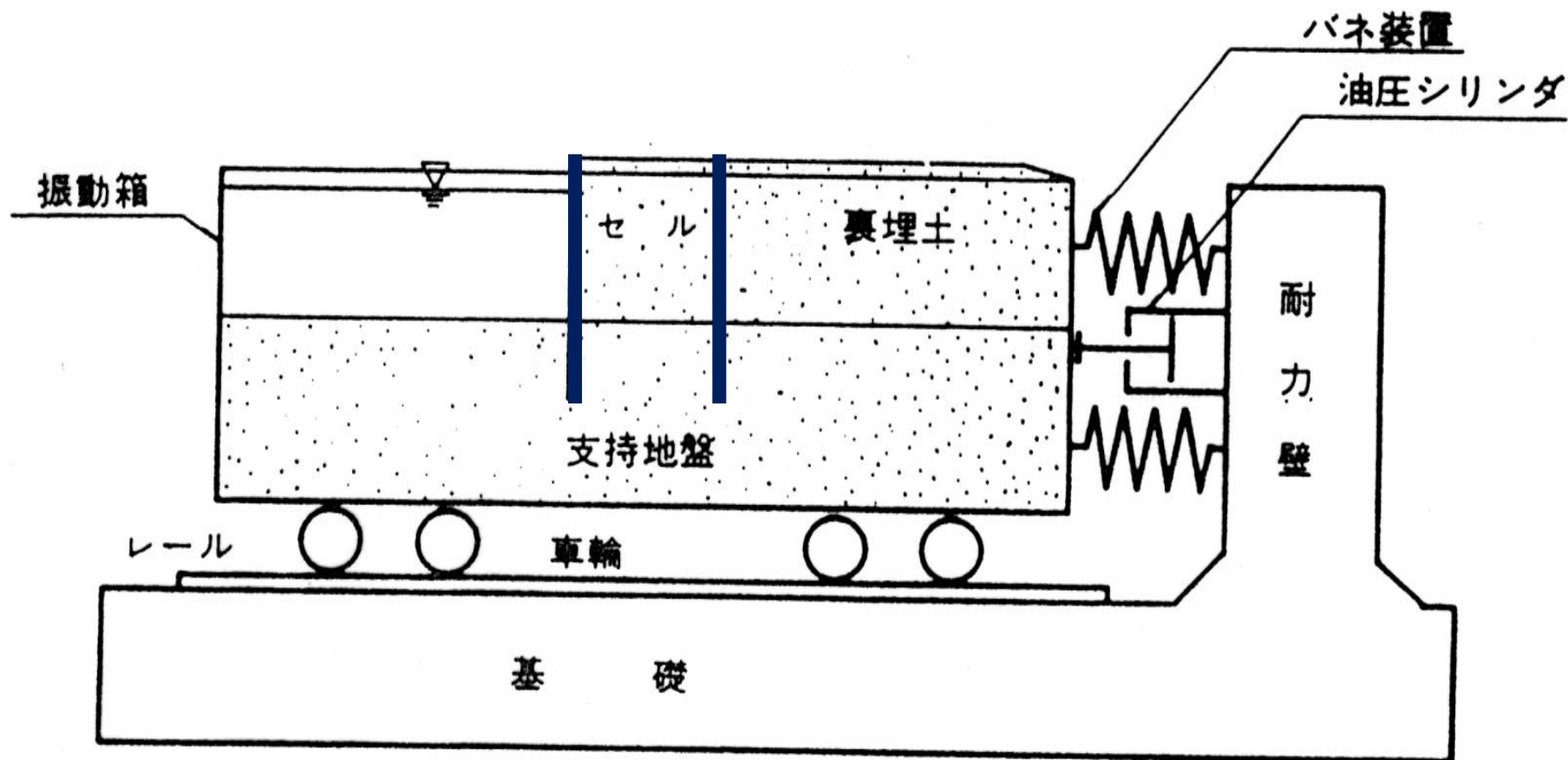
★開発 超初期(紙製セル); 状況

- 1) ★セル殻; 模造紙+ガムテープで製作
- 2) 殻内へ砂詰め後、しばし放置(昼食)
⇒ ★ガムテープ外れ、砂流出、崩壊(弱点)
- 3) 再製作 & 砂詰め; ★人力で水平押し、しっかり安定している印象。(サンドバック的か)
- 4) 静的水平載荷 & 振動台実験 実施
⇒ ★諸々結果得、ほぼ全容知る

★紙製セル模型で分かった事

1. ★★セル殻が壊れると中詰砂が流出、一気に破壊する構造物 & 中詰前は無茶脆弱(超弱点)
2. セル殻がフープテンションに耐えている限り、静的・動的に安定した重力式構造物
3. セル体はロッキング振動が卓越(剛体の様)
4. 振動挙動に与える支持地盤の影響大
5. ★★セル殻が中詰砂を円柱に保ち、セル殻 + 中詰砂からなる重力式構造物を形成

多数の小型振動実験等を経て、 大型振動破壊試験装置で実験

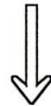


設計法の提案

動的応答特性

—— 新工法の根入れ式鋼板セルを例として ——

- ・ 模型振動実験
(大型, 小型)
- ・ 実物セルの地震観測 等



新設計法の提案

- ・ 地盤をバネに置換する設計法※
(低減震度, 有効質量係数)

※大筋「港湾基準」に採用さる

関西国際空港埋立て工事例

($\Phi 23\text{m} \times \text{H}23\text{m} \times \text{t}13\text{mm}$; 69函)



教訓—1

★【思考の節約をしない方が良い】

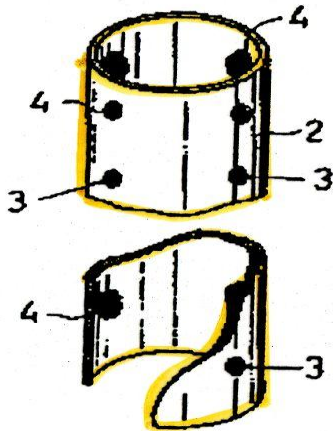
- 1) 実物試験、現地観測等は思考の節約を可能にする
- 2) しかし、現象の把握が疎かになる
懸念がある
- 3) ★条件の単純化が必要ではなかろうか（簡易実験等で大筋の性能把握）

◆耐震一話題2

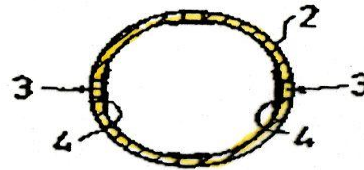
【液状化抑止対策としての排水機能付鋼材】

★開発初期の特許例(孔あき杭)

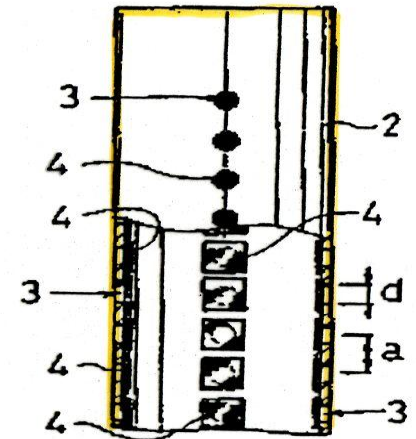
第2図



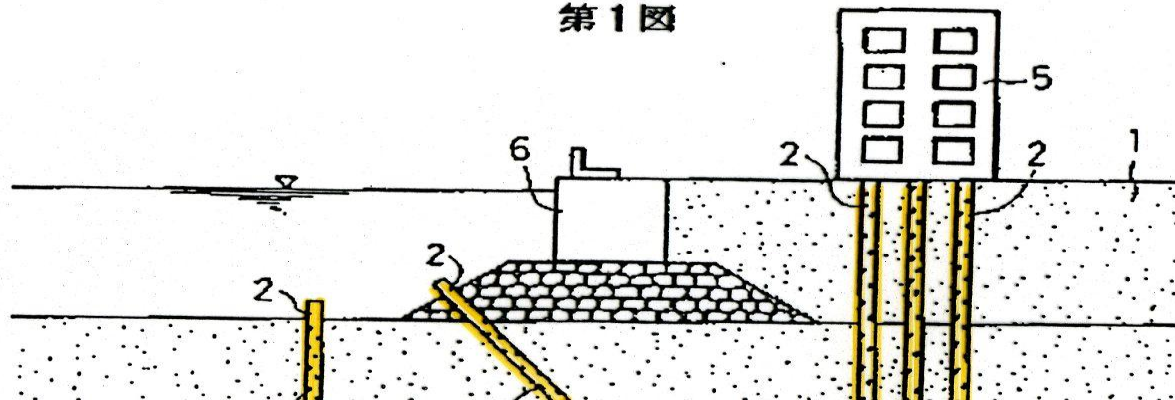
第4図



第3図



第1図



諸々の実験、解析検討を経て
⇒公的委員会の設置、広報活動等

1. 設計法

- (1) ★有識者委員会の設置と委員会における
設計法(案)の審議、オーソライズ
- (2) ★関係機関との共同研究等

2. 加工法及び施工法

- (1) 各部材の**制作法**の確立
- (2) **工法**の確立; 既存工法の改良

3. 広報活動; 有力ユーザーへの営業活動等

施工例一1（沈砂池）



教訓ー2

★【まずは、やってみなはれ！（＊）】

1)「どうかなあ？」と思っても、やってみないとわからない

2) やってみたら知る事多いにあり、新たな課題発見、次の目標、新しいアイデアに繋がる可能性大

（＊ 佐治敬三）

◆制振一話題3

【開発動機;大鳴門橋での緊急事態】

大鳴門橋上 照明柱で振動問題発生 (S.59/2)

★“正八角柱断面が原因との疑い”

(1)原因究明;現場計測の実施 (S.59/4,5)

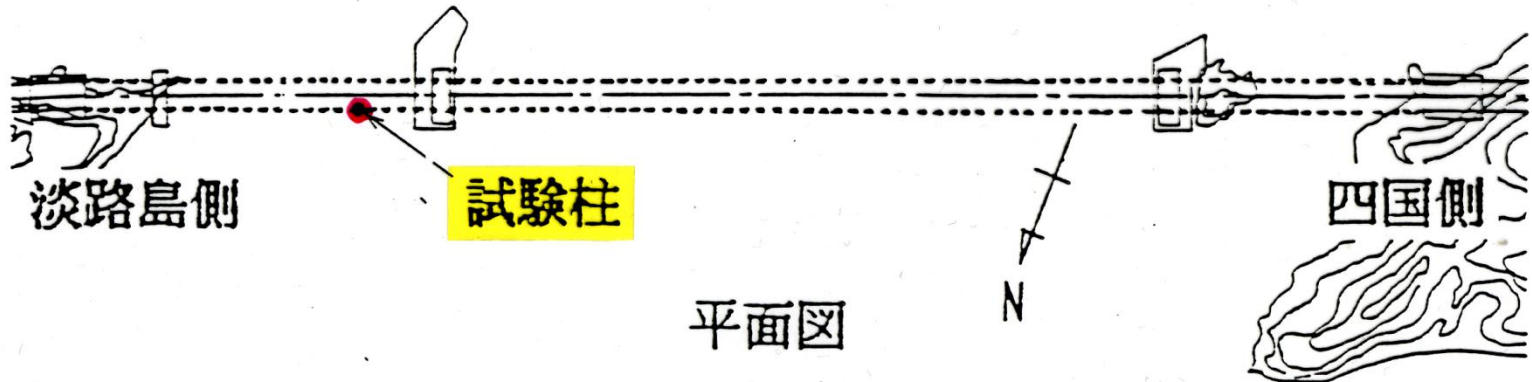
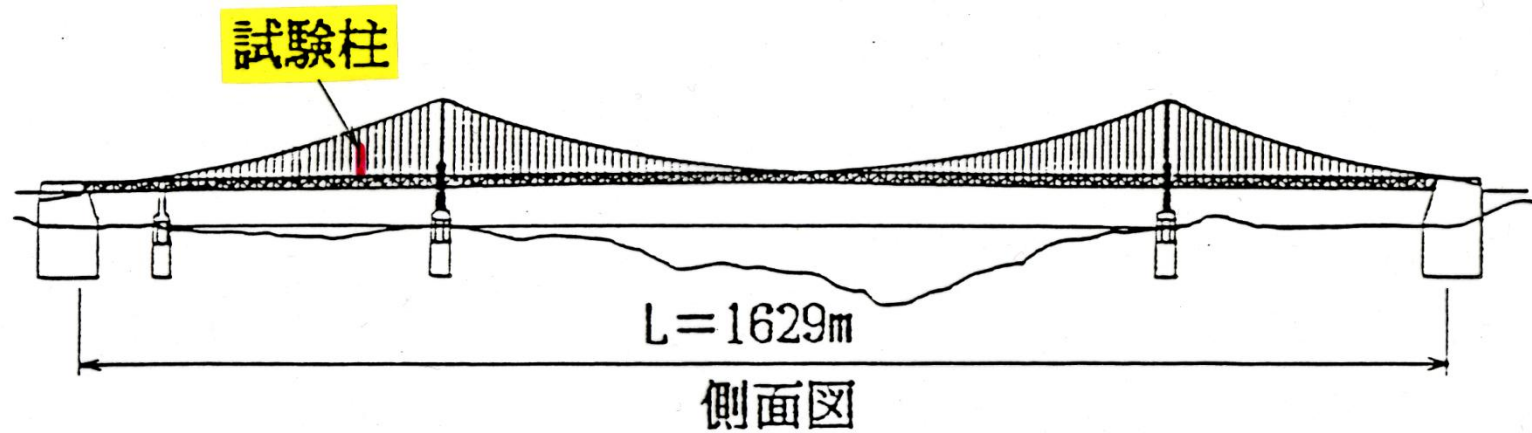
(2)対策案の検討

★・チェーンダンパー案提示 (NASAでの例)

公団担当;★当初否定的

⇒実験で効果確認へ

大鳴門橋



大鳴門橋一般図および試験柱設置場所

風による振動の計測内容

1. 自由振動実験

2. ★試験柱での長時間計測実施

1) 柱の振動挙動と風速、風向との関係把握、
振動原因究明

2) 柱の加速度、応力計測による柱の安全性
検討

以上により、★安全性評価と必要に応じて

★防振対策を検討

風による振動応答実測

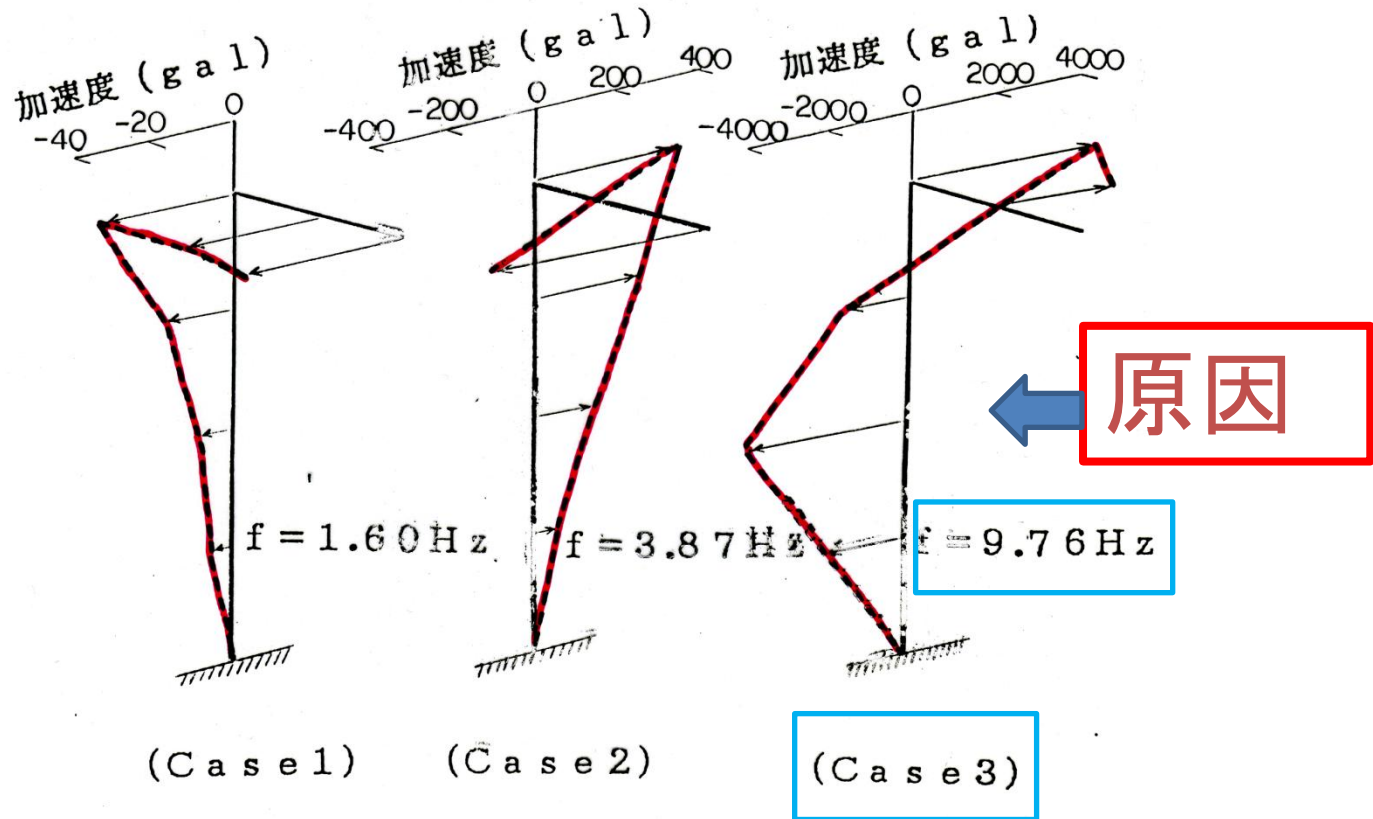
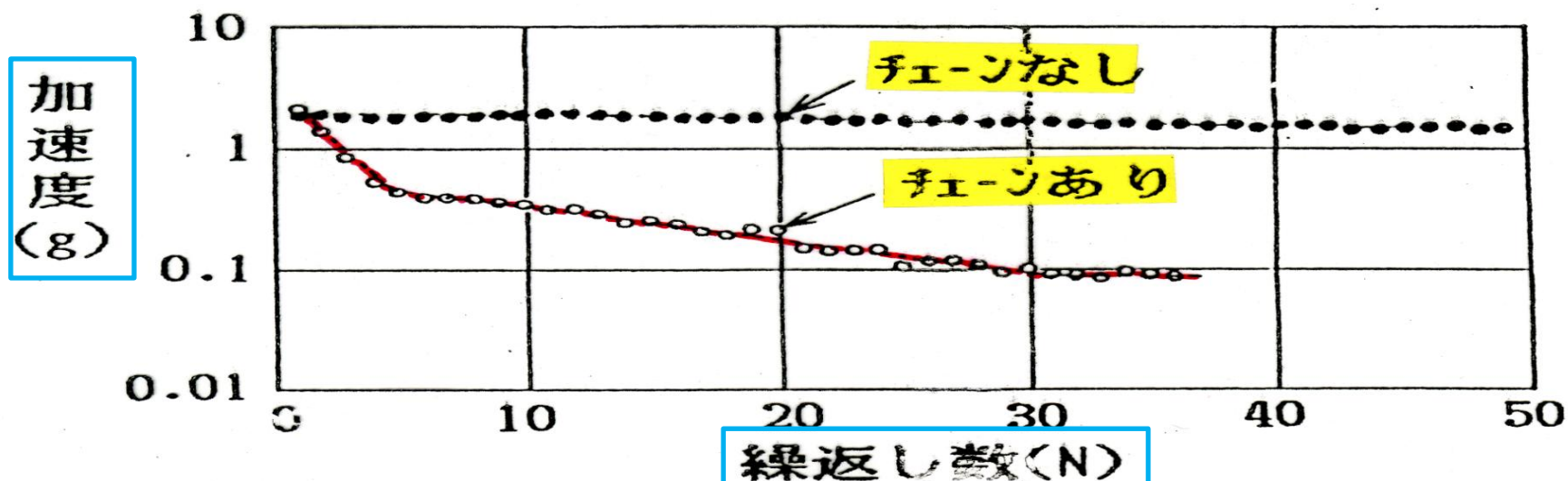


図 風による振動応答 (計測；面外)

★現地計測結果

1. 照明柱の振動原因は★カルマン渦励振による。
2. 共振風速に応じて1次～3次モードの面内・面外振動が発生。
3. ★柱に生じる応力小、部分手直しの設計変更
で対応可能
 - ⇒ ★本四公団等との攻防(正八角柱)
 - ⇒ ★協力要請受入れ; 流体力学面の対策
& ★チェーンダンパーの検討

振動実験結果－1(室内)



自由振動波形の波数と振幅 ($l = 1.5\text{m}$)

固有振動数と減衰定数 (自由振動実験)

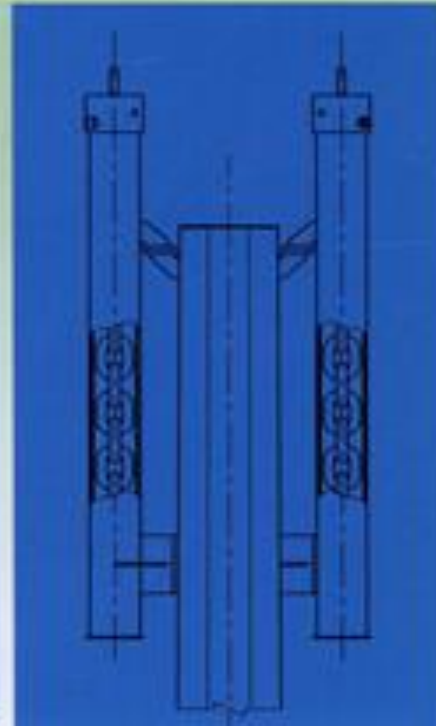
チエ-ン	項目 \ L(m)	1.5	1.8	2.3
なし	固有振動数(Hz)	13.5	9.69	6.09
	減衰定数 (%)	0.08	0.09	0.07
あり	固有振動数(Hz)	14.9	11.1	6.87
	減衰定数 (%)	3.10 ~ 0.18	5.67 ~ 0.97	4.59 ~ 0.59

★実験結果概要

1. ★★小型模型実験より、チェーンダンパーは減衰定数を大幅に向上可、制振効果大
 2. 実大振動実験により、
 - 1) 2, 3次振動モード両方に効果的なのは、照明柱の上部、中央部へ分散取付が良い
 - 2) チェーンは重量比1/25で減衰定数1%
- ★★十分適用可

大鳴門橋上照明柱へのチェーンダンパー 取付け状況

柱状構造物等の制振装置 チェーンダンパー



教訓—3、4

★【他分野で開発された技術の応用】

土木分野以外の技術・開発成果

の応用も考えてみよう

★【真実は権力より強い】（本田宗一郎）

★施主や上司に対して技術では

勝負！

◆海洋向けエコロジー：話題－4

【エコ岸壁の開発初期コンセプト】

1. ★既設護岸・岸壁の耐震補強

- ・直立岸壁・護岸を鋼製栈橋型式等で補強 【需要拡大】

2. ★海洋の環境創造

- ・魚介類、昆布等に優しい構造物の構築

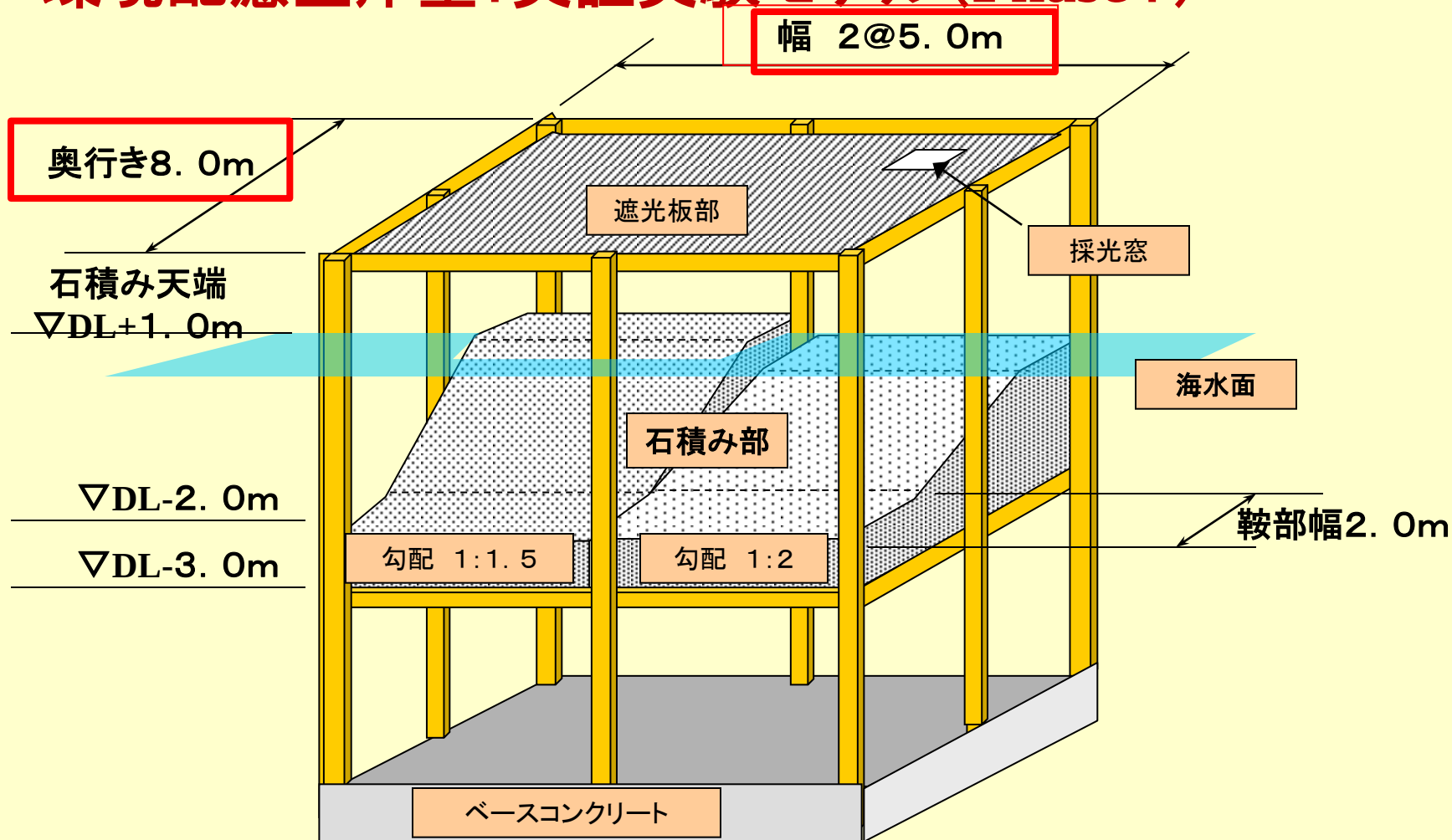
★エコ岸壁

環境配慮型岸壁の狙い(コンセプト)

- ・ 機能と環境創造を両立； **耐震補強**
- ・ 簡易な補修/改修で生態系回復



環境配慮型岸壁：実証実験モデル(Phase1)



Phase1：実験モデル図



魚類調査(Phase1)

試験区A(-2m; 石積み部平坦面全面海域)

教訓—5

★【遊び心も必要】

- 1) 本筋は守りつつ遊び心も、(たまには)持って臨みたい
- 2) 副製品が本製品になることもままあること(大きく期待しなかった事が予想以上の成果に)

◆津波対策一話題5

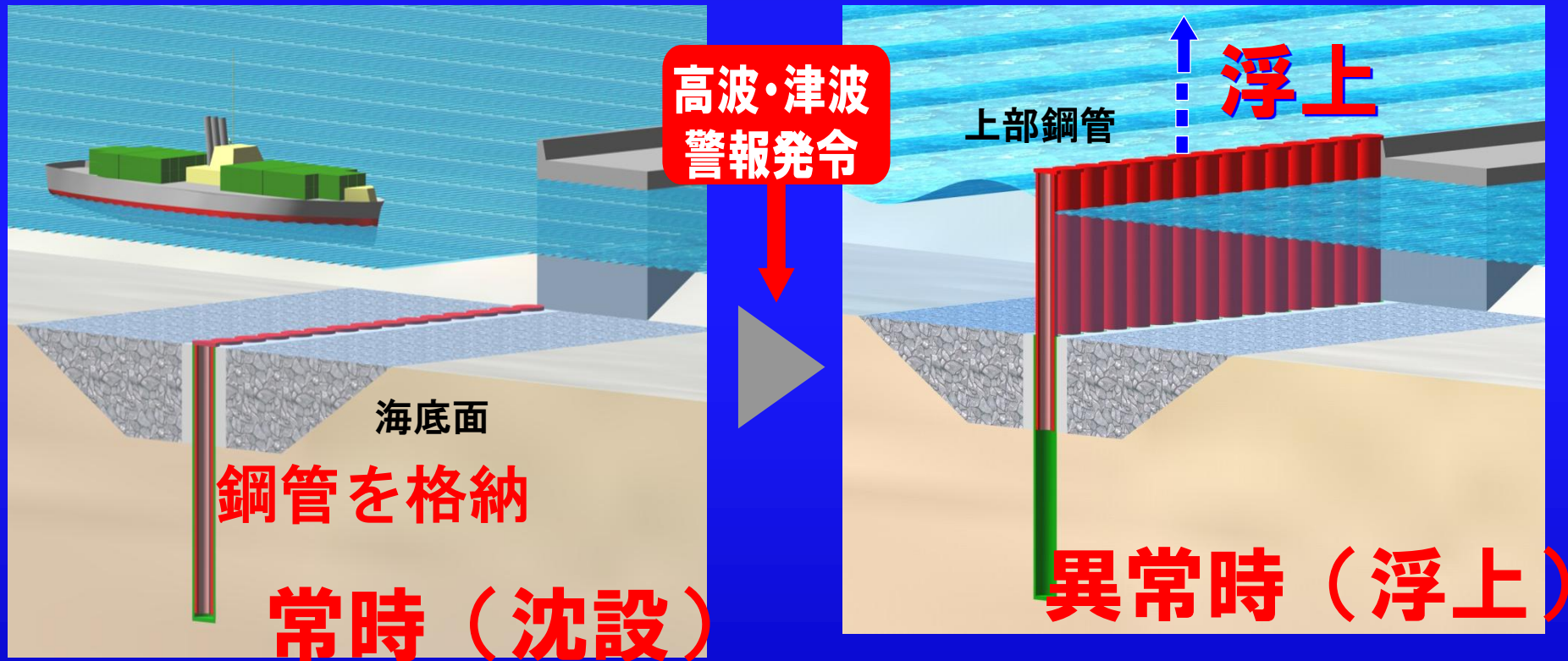
【直立浮上式防波堤】

直立浮上式防波堤検討委員会へ参加

- 1) ★アイデアの良さへの惚れ込み！
- 2) 委員会委員として、
 ★ラップ部の細部設計等に関与
- 3) 海南地区への適用検討委員会等
 へ参加

★構造と特長(1)

異常(高波・津波)時にのみ数分で上部鋼管が
浮上 ➡ 常時は船舶の航行が自由

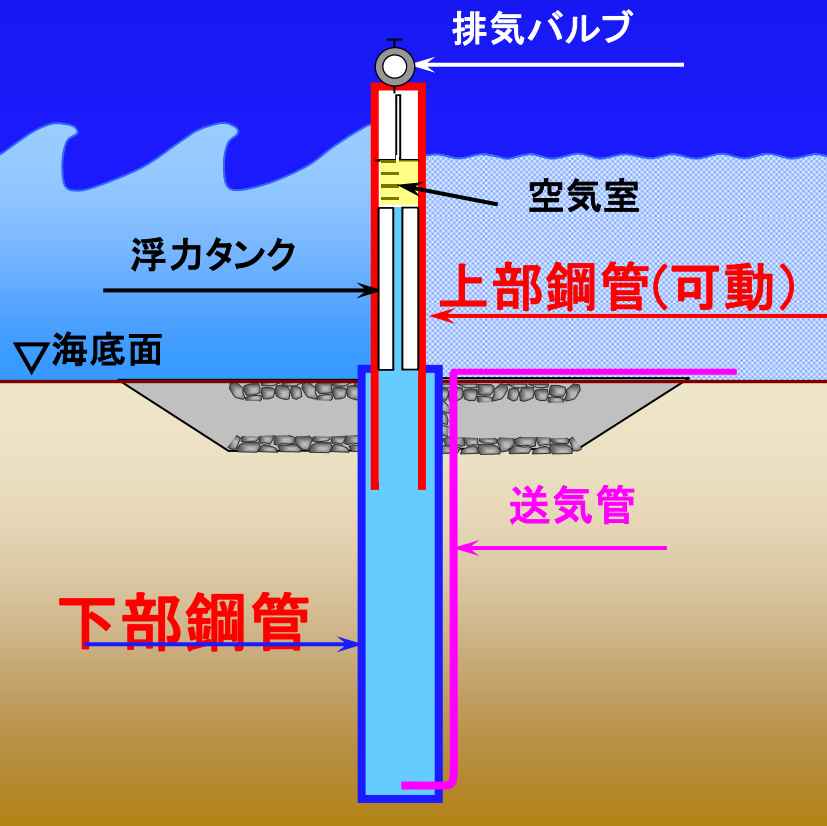


★構造と特長(2)

- 上部鋼管を下部鋼管内に挿入(さや管構造)
- 浮上は送気、沈降は排気により作動

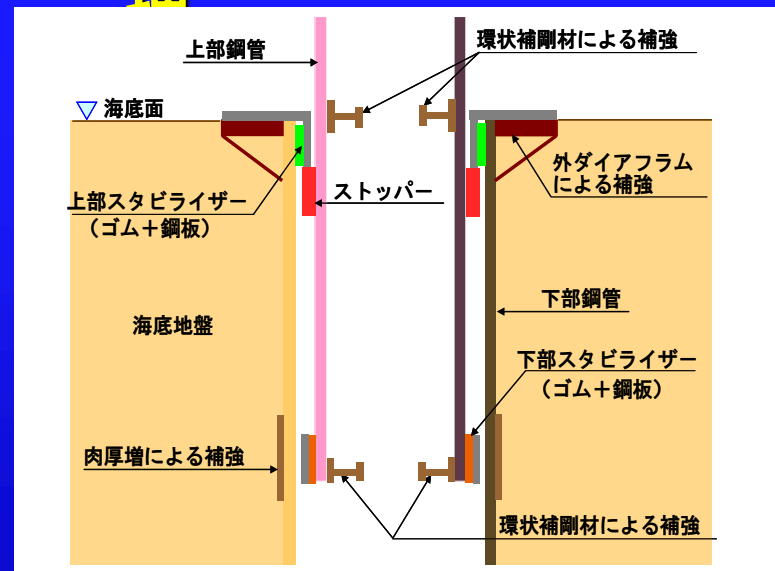
港 外

港 内



断面図

左右対称構造のため
押波、引波とも同じ抵抗力を発
掘



ラップ部拡大

和歌山下津港 概要

■ 南海・東南海地震による津波(高さ7m)から重要産業施設を防御

■ 無対策の場合の浸水被害想定金額(5,000億) >> 全体事業費(250億)



技術開発面で得た小事

【アイデアの出し方例ー1】

(1) ★ブレインストーミング効果的

(2) ★★「アイデアはたくさん有る筈だが、それに至る念力が足らないのだ・・と一頑張り」(加藤芳郎)

つまり、良いアイデアが無いのでは無く、★★「自分が気付かないだけ、
解決へのアイデアは絶対有る筈」

【アイデアの出し方例ー2】

(3)★★メモの癖

1) アイデア、考えたこと等、その場で役立たなくても、後日、利用できたり、同じ事考えたりすること多し

2) ★考えた事メモしておき、途中で振り返ること重要、開発能力向上にも寄与

企業における技術開発－【技術者の資質－1】

(社)日本鉄鋼協会会長(1996年) 野田忠吉氏の言葉)

- ① スペシャリストであり、必要に応じて
ゼネラリストでなければならない。
- ② 確固たる信念をもって開発を進めるが、
周囲との協調を忘れてはならない。
- ③ 好奇心が強く身軽に物事に取組むが、
冷静な判断を失ってはならない

企業における技術開発－【技術者の資質－2】

(社)日本鉄鋼協会会長(1996年) 野田忠吉氏の言葉)

- ④ 大胆にして繊細、円満な常識とカミソリ
の切れ味
- ⑤ 良く考えるが実行力も必要
- ⑥ 心身健康で気分転換も上手
- ⑦ 表現力に優れ説得力に富むが、より確
実な根拠を追求する生真面目さがある
こと

【企業における技術開発－3】

- 先の資質にあるような矛盾に打ち勝つ技術者を鍛え、育てあげねばならない。
- 企業経営も矛盾との対決。これを解きほぐしながら取り組む必要がある。
- ★★「矛盾に打ち勝つ」ことは経営者の心構えにも通じる。

事業は人なり、「人を育てよ！」