第　1　回　定　期　研　究　会

平成 21 年度 SGST 総会および第１回定期研究会　議事録

日時　：平成 21 年 4 月 17 日(金)　15：00～17：30
場所　：愛知工業大学 本山キャンパス　３階　大学院講義室
出席者：久保，宇佐美，葛，小塩（名城大），後藤，小畑，永田，海老澤（名工大），伊藤，山田，舘石，北根，石川（名大），青木，鈴木（愛工大），酒造（大同大），木下（岐阜大），川西（豊田高専），坂井田（坂井田技術士事務所），杉山（杉山設計事務所），安藤（富士 E），園部（JIP），安藤，穐山（コベルコ科研），泉野（玉野Ｃ），乾（大日Ｃ），森谷，加藤（海洋架橋・橋梁調査会），加藤（長大），山本（サクラダ），古田土（トピー），加藤（中日本Ｃ）,原田（創建），鷲見（八千代Ｅ），山田，神頭，高橋，水野（日車）　,織田，中川，加藤，阪野，松村（瀧上）

43 名(敬称略)

1．総会

平成20年度関連議事（司会　山田前幹事長）

(1) 代表挨拶　久保前代表

(2) 平成20年度活動報告（久保前代表）

1) SGST総会、定期研究会6回について報告が行われた。

2)研究委員会の報告が行われた。

道路橋示方書の背景ＷＧ，高力ボルトの多列配置に関する検証（山田委員長）

報告書は後日会員専用ＨＰに掲載予定。

3)平成20年度活動報告集の配布（受付時）。

4)平成20年度会計報告が会計監査担当より行われた。

平成21年度関連議事（司会　織田新幹事長）

(1) 平成21年度の役員構成、紹介を行い、役員が承認された。（織田新幹事長）

ＳＧＳＴ代表　：後藤 芳顯（名古屋工業大学）
幹事長　：織田 博孝（瀧上工業）
事務担当　：松村 寿男，中川 賢治（瀧上工業）
会計担当　：加藤 幸男，佐藤 徹也（中日本建設ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ）
会計監査　：葛 漢彬（名城大学）
企画担当　：水野 剛規（日本車輌製造）
研究会担当：小塩 達也（名城大学），川西 直樹（豊田工業高等専門学校），北根 安雄（名古屋大学），鈴木 森晶（愛知工業大学），永田 和寿（名古屋工業大学），酒造 敏廣（大同工業大学）
ＨＰ担当　：原田 敏之（創建）

(2) 後藤新代表により挨拶が行われた。

(3) 平成21年度　定期研究会の予定について

(4) 平成21年度　研究委員会について

(3)，(4)については、アンケートを行うことが報告された。（織田新幹事長）

2．定期研究会（後藤委員長）

講演題目　『長スパン対応の複合橋梁の開発と限界状態設計法』

講演者　長岡技術科学大学 教授 長井正嗣 先生

講演内容

今日取り組むべき、「新設」、「維持管理」に関わる課題について講演い頂いた。

「新設」については、第二東名建設スタートより、より経済的な鋼系橋梁として開発された、シンプルな構造形態をもつ合成少数主桁橋（特に 40～60m）について紹介された。また、世界の設計コードの紹介と施工事例とともに、土木学会鋼構造委員会の性能照査限界状態設計法（鋼・合成構造標準示方書）の取組みを紹介して頂いた。

「維持管理」については、仮定から説明できる（国民の納得する）技術者の役割の重要性を紹介頂いた。加えて、今後の橋事業の展開に関わる検討課題について紹介頂いた。

本発表については参加者の関心も高く、活発な質疑応答が行われた。

以上//

平成２１年度　ＳＧＳＴ会計報告

平成２２年 ４月 １日

平成２１年４月８日～平成２２年３月２５日現在

【収入】

会費収入	
・特別会員費	３３０，０００円
・個人会員費	１０８，０００円
合　計	４３８，０００円

【支出】

研究会講演謝礼および交通費	２８７，０００円
ホームページ使用費	１１１，３００円
郵送費	３，３２０円
ＣＰＤ認定料	６，０００円
会議費および雑費(振込手数料など)	５１，９２４円
現場見学会(バス代など)	１０１，２００円
懇親会費	６４，４８０円
印刷費（Ｈ２０年度活動報告集＋定期研究会資料）	１７０，３１０円
利息	(－) １，３０１円
合計	７９４，２３３円

【次年度繰越金】

昨年度(Ｈ２０年度)繰越金	４，９５５，９８５円
収入合計(Ｈ２１年度)	４３８，０００円
支出合計(Ｈ２１年度)	(－) ７９４，２３３円
次年度(Ｈ２２年度)繰越金	４，５９９，７５２円

以上の報告に相違ありません。

会計監事　　葛　漢彬

平成 21 年 4 月 17 日　SGST 第 1 回定期研究会

講演題目：「長スパン対応の複合橋梁の開発と限界状態設計法」

講演者：　長岡技術科学大学　教授　長井正嗣　先生

講演要旨：

今日取り組むべき課題として、大きく「新設」、「維持管理」に関わる課題があり、後者の比重が大きくなっている。「維持管理」につては、講演者の研究室で取り組んでいる課題(ヘルスモニタリング、CFRP 補強 etc.)を簡単に紹介させていただき、つづいて、新設に関わる話題となるが、タイトルにある課題を中心に紹介させていただく。

15 年前、第 2 東名建設スタートにあわせ、より経済的な鋼系橋梁として開発された、非常にシンプルな構造形態をもつ合成少数主桁橋は、現在では一般的となっており、とくにスパン 40～60m で数多く建設されている。

一方で、それ以外のスパン領域では、RC,PC 系橋梁が競争的と評価され、建設数を圧倒している。そのため、鋼系橋梁に関わるエンジニアの取り組むべき課題の一つとして、長スパン領域での新しい橋、競争的な橋の開発が挙げられる。

以上の対応策として、講演者は、1)設計法改革(LSD 導入)、2)新しい構造(2 重合成桁、ハイブリッド桁)の導入、3)HPS の導入、の 3 つの ”Innovation ” の combination を提唱している。上記の提案の背景、根拠を含めた詳細を紹介し、あわせて今後の橋事業の展開に関わる検討課題について私見を紹介する。

長スパン対応の複合橋梁の開発と限界状態設計法

H21.04.17

1

イタリア
スパン90m
曲線2主I桁橋

なぜ日本では???

2

スパン130m
(新東名沼津工事)

2009/3/27

鋼系橋梁の対抗馬(案)は
考えなかったのか??
提案できなかったのか??

3

今日のトピックは????

(競争?海外?維持管理?)

4

橋(+ キーワード)

新しいPJは可能か,
今後何をやっていけば??????
環境,
新材料,
安心・安全,
低炭素,
IT,
バイオ,
太陽光エネルギーetc.

5

1990～
長大橋PJ, New東名神PJ

・多々羅大橋
(世界最長の実現!!)

・合理化(合成少数主桁)橋梁
(新しい設計と建設[実現!!])
道示に縛られる中

6

新しい設計,タイプの橋(NEXCO)!!

(当時の)スペックに縛られる閉塞感 ⇒ 脱却
一方で, 大丈夫???
⇒ 多くの3D-FEA, 実験による検証

2000年頃には, 鋼系橋梁の新設検討会
(経済性達成のさらなる技術メニュー)
は無くなった

⇒ 次の一手???

7

(時代は)新設から維持管理へ!!

AA：新設事業[PJ, 量の減少]
⇒国内(一層の競争・淘汰[提案])
⇒海外(収益性??[人材育成])
BB：維持管理[期待の星か???]
⇒事業として収益は???

長寿命化(委), 点検(委), 橋ドクター, 防災ドクター

8

2000～

(合成)少数主桁橋の次は???
[競争力アップの次の一手は???]

シンプル構造のため,
さらなる構造の合理化には限界!!

→ 設計法!!
(長スパン用の競争的鋼系橋梁開発と連動させる)

9

AA：虹橋(巻頭言:2004.01)
提案型体制の構築を!!
提案の重要性(受注を支配)と,
& あらゆる[見直し]を主張した!!

BB：橋梁技術発表会[橋建](2006.10)
性能照査限界状態設計法で何が変わるか!!
[複合(合成)橋梁 + 限界状態設計法]
競争力アップには欠かせないと主張した!!

10

今日のトピックは!!

[国内競争]をキーワードとして
*長スパン領域*での[鋼系橋梁タイプ]と[設計法]

なぜ2つ? →[コラボが欠かせない]
なぜ(もっと具体的に)→[複合(合成)橋梁 + LSD]

11

Courtesy by Prof. Raoul (SETRA, France)
Haute-Colme (TGV north)

Seminar on two-girder bridges Japan 11/04　11

日本の新幹線には見ない, なぜ????

12

最近の鋼,合成橋梁の動向(Euro)

Steel Bridge conference
(Guimaraes, Portugal, 2008) &

Euro-Steel 2008 conference
(Graz, Austria, 2008)

13

Euroの動向

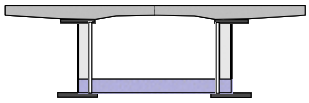
スパン 40-100m:
合成I桁橋, 合成箱桁橋
スパン100m以上:
合成タイドアーチ, 合成斜張橋
スパン400-600mまで:
合成斜張橋
鉄道橋に合成2主桁[提案]が多い(PCに対抗!!)

*日本との違い!!
スパン100m程度まで桁橋(合成2主桁, 合成箱桁)
スパン100m以上, 合成タイドアーチ, 合成斜張橋

14

New rail-road crossing of the Tagus river in Lisbon
政府決定(3rd Crossing):全長7.3km, メインスパン540m
国際入札予定(?)

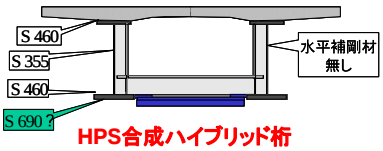
15



フランス
by J.Raoul(SETRA)

2重合成桁

次の競争力アップ戦略



HPS合成ハイブリッド桁

【基本形態】
PC系橋梁:スパン(～[130-150m])
桁橋(波形ウェブPC箱)

無補剛厚板の合成2箱桁

16

新しい競争的, 経済的な形態は見ない
(景観対応以外)!! {2000年前後の海外調査}

この(構造)タイプで
競争しかないのでは???

あわせて, 設計法
ASD → LSD
(What's benefit??)

17

世界のコードと

(最近の)ヨーロッパの橋
[資料添付]

18

世界のコード

AASHTO LRFD

許容応力度設計法(ASD)

LFD(1970年代～)

LRFD(1994～)　2007：完全移行

EC

EC3, EC4-2　2006：最終ステージ

限界状態設計(LSD)　with

LRFD, 部分係数フォーマット(PFF)

19

設計コードと桁橋設計

世界　合成桁　LSD

ヨーロッパ：少数主桁

アメリカ　：多主桁(リダンダンシー配慮)

韓国　：箱桁(⇒I桁【対PC橋】の導入)

日本　非合成桁　ASD

合成少数桁、(非合成設計)少数桁への取り組み

20

何が違う, 変化は????

AA：非合成桁　⇒　合成(少数)桁

約10％のコストダウン[情報]

BB：ASD　⇒　LSD(ex. ASHTO LRFD)

1)合成桁　：約10％鋼重ダウン

2)非合成桁：(大きな)変化なし

21

東南アジア(オセアニア)の動き!!

鋼・合成標準示方書小委員会の海外交流活動、JISFの海外活動 を通して

・ベトナム, フィリピン　⇒　AASHTO

【多くの国がAASHTOに準じる(ヒアリング)】

・マレーシア, シンガポール　⇒　EC,AASHTO

・オーストラリア, ニュージランド：

EC情報(否定情報も有り)

*ODA：ベトナム、インドネシア

＊JSSC会誌2007年4月号(片山, 清宮, 長井, プロモノ【ネシア】)

22

韓国(KBRC:ソウルナショナル大)

コード作成(2004年 から開始：3億円/年 x 5年 =15億円PJ)

本PJでは、AASHTOをフォロー

1回/年の情報, 意見交換会

(鋼・合成構造標準示方書小委員会対応)

23

Next PJ in Korea (100億円/6-year)

超長大橋の開発研究PJ (4/3入札)

・設計Gr.

・材料Gr.

・施工Gr.

・Test bed(???)Gr.

[韓国のstatus up

& 世界(business)進出!!]

国の戦略(??),方向性[日本は??]

24

海外連携：KBRC　【Seoul National Univ.,ソウル[2006年3月]】

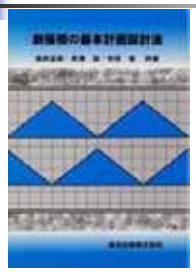
Prof. H.M.Koh
センター長

この長大橋PJで,
次世代の鋼系の研究者, 技術者を育てる!!

25

Sungkyukwan(成均館)大学

[超高層,長大橋梁学科(25名)]開設



教科書

田中　洋さん
(元　Hitz)
非常勤講師

日本語版(絶版)　　韓国語翻訳版(教科書)

26

合成桁との出会い!!

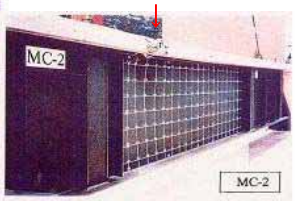
- ドイツ発祥の古いテーマ
- 床版損傷で姿を消し始めた(1970-)
- 1980年以降, 連続合成は,ほぼ姿を消した

27

千鳥の沢川橋(旧JH北海道)の設計

我が国初の連続合成2主桁橋(高速道路)

床版の圧壊(終局状態)



【薄板でM_y達成確認】

- アスペクト比 = 3.0
- 少補剛(水平補剛材無し)
- ウェブ厚23mm(道示)⇒18mm(薄板化：M_y達成)

28

Q_u=1.29 MN
【Basler式に良い一致】

ー合成桁ー
Q_u=1.50 MN (16%up)

【具体的設計：千鳥の沢川橋】

- アスペクト比:1.5(道示最大) ⇒ 3.0
- 照査式

$$\gamma^4\left\{\left(\frac{M_{sd}}{M_y}\right)^4+\left(\frac{Q_{sd}}{Q_{rd}}\right)^4\right\}\le 1.0\ (\gamma=1.7)$$

Basler式

29

NEXCO(旧JH)での復権

1)東海大府{名古屋}(非合成3主桁)
　＊プレキャスト床版, シンプルな横補剛
2)連続合成2主I桁{多数の実物件}
　＊設計マニュアル, ひび割れ制御設計
3)雄物川橋梁{秋田県}(開断面[架設時]箱桁)
　＊設計マニュアル
　----------(少し時間があいて:2003～)----------
4)プレキャスト床版連続合成桁→【実現していない】
5)LSDによる連続合成2主桁→【実現していない】
6)合成(2重合成, ハイブリッド)桁の耐力実験と評価法

30

千鳥の沢川橋から約10年
(2003,4年頃～)

合成桁(複合橋梁)の世界トップの
PB-LSD構築を目指して!!

コピーでないORIGINAL条項
(これまで[PART-B]ECのコピー)

31

この思考の根底(個人の)
{キーワード}

・[国内]競争(力のアップ)!!
・海外[アジア進出]!!

→ {アクション}
学会【鋼・合成構造標準示方書】のスタート!!

32

土木学会鋼構造委員会
鋼・合成構造標準示方書(2007年版)

←
(条項採用)

土木学会　　鋼構造協会
テクニカルレポートNo.70(2006)

土木鋼構造分野で初めての
性能照査限界状態設計法を採用

33

合成桁の終局強度の
実験的検討PJ

[合成桁用のLSD開発]

34

合成I桁の終局曲げ強度(正曲げ)

[共同研究]
(株)高速道路総合技術研究所
長岡技術科学大学
さい玉大学
(社)橋建協

(ウェブ高/板厚 = 200)

35

驚く反応!!

限界状態設計では,
橋が塑性化する,壊れる!!

今の設計は最後まで弾性だ!!(???)

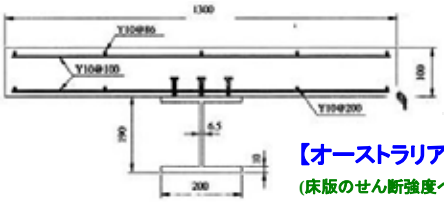
36

せん断試験

37

曲げとせん断の相関強度実験

38



【オーストラリア】

(床版のせん断強度への貢献の同定)

【シンガポール】

39

2重合成I桁の終局曲げ強度(負曲げ)

(ウェブ高/板厚 = 150)

40

2重合成I桁の終局曲げ強度試験

41

2重合成桁のせん断強度

42

ハイブリッド桁のせん断強度

AASHTO : 弾性座屈強度
⇒後座屈強度を見込む[2005以降]

43

一連の研究成果から

合成桁, 2重合成桁, 合成ハイブリッド桁
(鋼桁を含め)

- 曲げ強度評価式, 照査(断面区分を含む)
- せん断強度評価式, 照査
- 相関強度照査

(JSSCテクニカルレポート, 2009出版予定)

44

AASHTO

*ASCE, Jour. of Structural Eng. 論文(2008参照)

2008年:大きな進展*
スレンダー, ノン・コンパクト, コンパクト断面
ノン・ハイブリッド, ハイブリッド桁

条項の整備,充実!!

*ECも膨大なFEA(耐力)で強度式の合理化を図っている

⇒ 我が国も強度(耐力)評価の合理化に取り組むべき!!

45

なぜ限界状態設計法(今更!!)

- 透明性
- 説明責任
- 統一した安全指標(部分係数)
- 世界標準(ISO, EC, AASHTO LRFD)対応
  & アジアでのプレゼンス!!

一方で,
→ 何が変わるの????
→ What's benefit????

46

Mult. ≧ My (変化のためには)

非合成(鋼)桁:
Mult. ≒ My(max.が)

合成桁[ただし, 正曲げ部]:
Mullt. = MP (≒ 1.5My)

47

具体的照査(計算)方法

1) 使用限界状態
(供用時に降伏させない,弾性座屈させない)
$\Sigma\sigma_e \leqq \sigma_y/(1.15\sim1.20)$
$\sigma_{1.0D+1.3(L+I)} \leqq \sigma_y$ (AASHTO)
2) 終局[強度,安全]限界状態
(座屈崩壊,不安定状態を避ける)
$\Sigma M \leqq M_{ult.} = \{M_P \text{ or } \min.(M_y, M_{cr})\}/1.7$
$M_{1.3D+2.0(L+I)} \leqq M_{ult.}$

48

現行(道示)と, どう異なるの??

1) $\Sigma\sigma_e \leqq \sigma_y/1.7$

2) 塑性強度(M_P)を考慮しない

⇒ {M_y, σ_y以下のため、断面力表示は不要}

設計で何が変わるの???

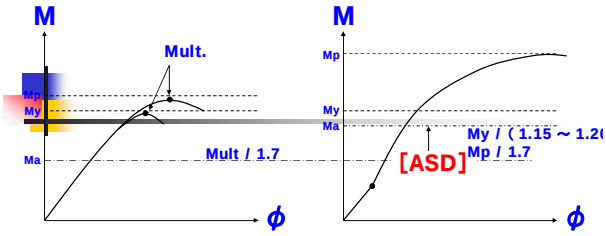
1) 合成桁設計のみ変化(合成桁を扱う理由)

2) 負曲げ部[鋼桁断面]は変化なし

3) 正曲げ部のみ変化(20％鋼重減⇒全体で10％減)

49

合成桁と非合成桁(鋼桁)の曲げ強度と性能照査法



鋼　桁
[合成桁の負曲げ部]

合成桁(正曲げ部)

Mult.がMyよりかなり大きくないと(現行との)変化小さい!!

50

長スパン対応

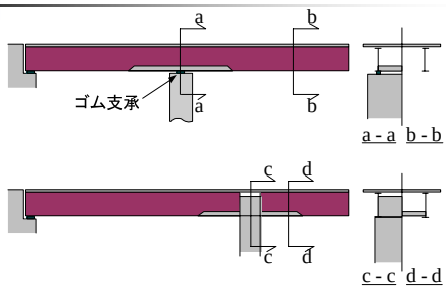
2重合成桁,
合成ハイブリッド桁の取り組み

LSDとのコラボレーション!!

51

2重合成I桁橋(長スパン用)

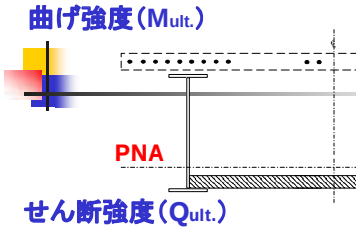
- LSDとの組合せが重要!! -



全長コンパクト断面設計が可能($M_{ult.} = M_P$)

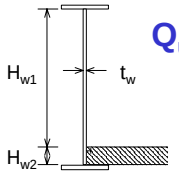
52

曲げ強度($M_{ult.}$)



$M_{ult.} = \beta M_P$

せん断強度($Q_{ult.}$)

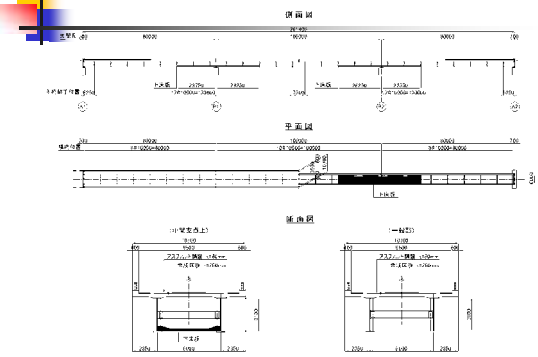


$Q_{ult} = Basler(H_{w1}, t_w) + \tau_y H_{w2} t_w$

53

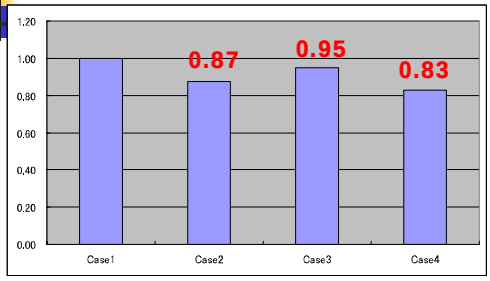
設計対象橋梁(SM570)

3径間連続2重合成I桁橋(L=80m+100m+80m)



54

検討結果

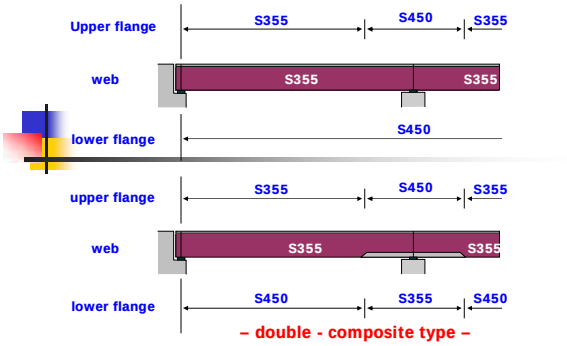


ASD　LSD　[ASD]　[LSD]

[2重合成:下床版が必要]

55

合成ハイブリッド桁



56

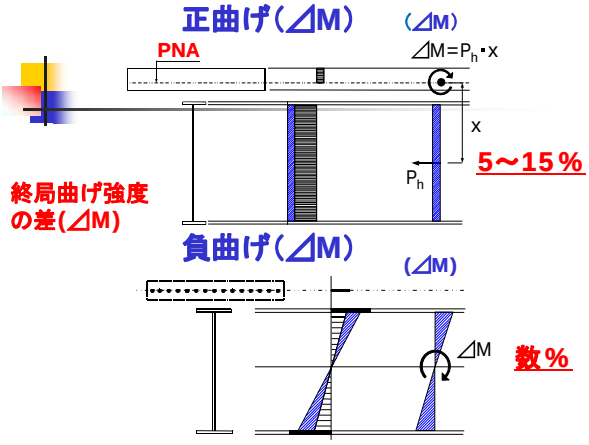
メリットとは(何)???

1) ASDではメリットでない
- 低強度側鋼材の降伏点に支配される
- 合成桁(正曲げ)の上フランジに低強度材使用

2) 新しいスキームへの移行
- 使用, 終局限界の使い分け(性能定義)
- 各限界での要求性能の定義

ASD設計された鋼橋のウェブを低材質材化OK

57



58

経済性の評価(rough estimation)

a) スパン(65+80+65)m, (80+100+80)m
　の連続合成2主I桁橋(スパン70-80m以上が対象)
b) [SM570, SM490Y]の組み合わせ

ASDに対して!!

1) LSD　ノン・ハイブリッド桁
鋼重が10％程度減少{正曲げ強度 = M_P}
2) LSD　ハイブリッド桁
鋼重が5％程度減少, 鋼材単価*5％程度減少

*[SM570 : SM490Y]単価を [1.25 : 1.00]と仮定

59

長スパン対応のコンセプト

普通鋼:板(フランジ)サイズに限界!!
(径間部, 支点部間の板厚差も大きくなる)
↓(対応策)
HPS鋼　+ コンクリート(2重合成)
[の導入による]
⇒ 鋼重減　& (曲げ)剛性確保
の同時達成

60

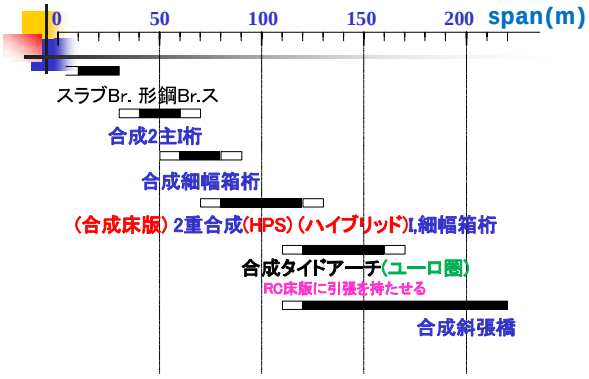
競争力アップ(とくに長スパン)
以下のcombination対応

1) 設計法
性能照査限界状態設計法(PB-LSD)
2) 構造
合成ノン・ハイブリッド & ハイブリッド桁
2重合成桁, 合成斜張橋
3) 鋼材料
HPS[有効活用の道を探る]

現状から一歩抜け出す(newメニュー)!!

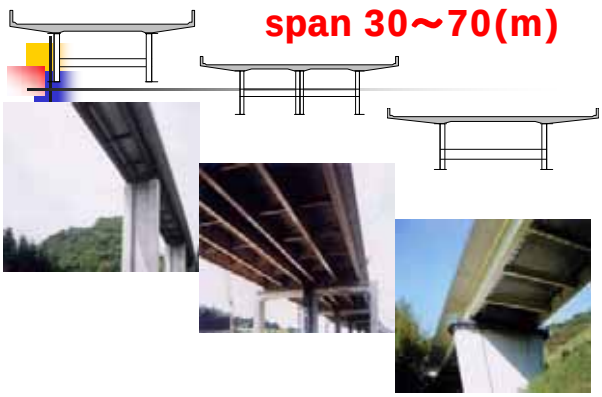
61

スパンに応じた競争的鋼系橋梁案



62

span 30～70(m)



63

span 50～80(m)

64

span 70～130(m)

Double-composite girder

65

Golden Ears Br. (Vancouver, CANADA : PFI PJ)
cable-stayed composite bridge

span 120(m)～

VS

この20年, Global standardの合成斜張橋が,
日本ではなぜ対抗馬にならなかったのか??

66

New Ver.

【鋼構造協会:
テクニカルレポート, No.XX,2009】

67

最後に(今後は??)

思いつくままに!!

新設(事業量のダウン!!)対応
- 競争の激化[対応:提案型体制の強化]
- 海外展開[新しいパイを求めて(収益?)]

維持管理(事業量のアップ!!)対応
- 新技術開発
- *収益の出る体制構築*
- *管理の法令(義務)化*

戦略は??(大学も同じ)

68

国内(新設)対応:
スパン別の競争的タイプの準備

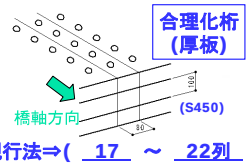
- 2重合成桁
- ハイブリッド桁
- 合成斜張橋, etc.

(2主I桁, 細幅箱桁はあり ; ASD, LSD)

設計計算例を作成しませんか????
(長スパンターゲット)
& 耐荷力曲線の合理化(競争性)!!
& ボルト本数の大幅減(2/3)!!

69

タイの合成斜張橋(BS使用)



現行法⇒(17 ～ 22列)
全強75%　許容応力

世界との比較

70

Golden Ears Br. (Vancouver, CANADA : PFI PJ)
合成斜張橋

S355 : t = 80mm
現行法(11～12列)

71

管理,検査の義務,法令化にあたり
(BMS, LCC)

構造の劣化曲線とは??
初期から80%に劣化とは, どんな状態??
健全度Bとは,どんな状態??どの程度危険!!

仮定から, 説明できる(国民の納得する)判定
↓
国,学会レベルの
権威ある(中立の)判定と公表を!!

72

(橋の)構造屋さん

維持管理時代こそ[基盤技術]

役割は重要!!
(重要と思われるPRを)

73

2010～
(競争, 海外, 維持管理)

AA：[設計法PJ], 洗練と技術革新の反映
→世界トップ(対AASHTO, EC:アジア進出)
BB: 海外市場
→[人材の育成PJ]と収益性
CC：維持管理事業
→社会インフラの(権威ある)健全度判定
& ランク付け
→[法令化PJ]と収益

74

うまくいくか???

閉塞感から

一歩抜け出すには!!
[進める必要あり]

75

ご清聴ありがとうございました!!

76

【別途配布資料】

研究室(活動)紹介

2009.04.17
長岡技術科学大学
建設構造研究室

77

78

SHMS

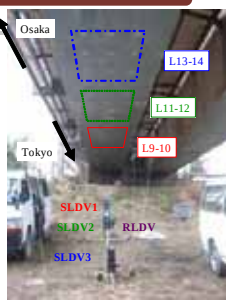
(Structural Health
Monitoring system)

79

Merits of LDV Measurement

Conventional measurement

LDV Measurement



- Wiring works consume time.
- Dangerous works at high level

- Non-contact and remote
- Scanning measurement

80

On-site Validation

81

Target

The system can be applied for continuous vibration measurement of whole long-span bridges.

82

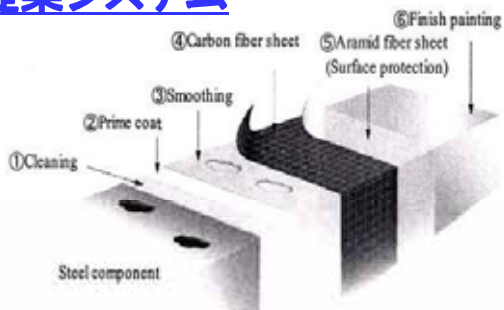
CFRP bonding

(for repair of
corroded steel members)

(株)高速道路総合技術研究所
川崎重工業(株)
日鉄コンポジット(株)
長岡技術科学大学

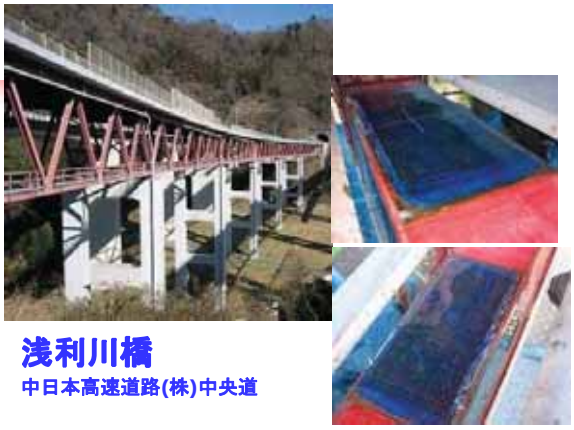
83

提案システム



We have a lot of corroded steel members
with reduced thickness

84



浅利川橋

中日本高速道路(株)中央道

85

86

耐候性鋼材

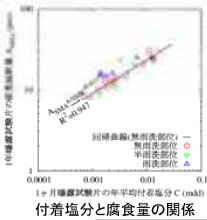
パフォーマンス調査と設計法

飛来塩分解析

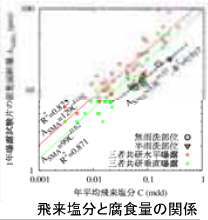
橋の環境解析と
劣化，余耐力解析・評価!!

87

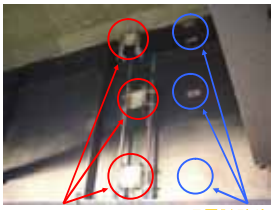
飛来塩分による腐食量の評価



付着塩分と腐食量の関係



飛来塩分と腐食量の関係



飛来塩分捕集器具　曝露試験片

三者共研：全国41橋を対象とした土木研究所，鋼材倶楽部，橋建協による曝露結果．図中の1プロット1橋梁．温湿度やぬれ時間などの腐食要因が異なるため，同程度の飛来塩分に対して腐食量のばらつきが大きい．

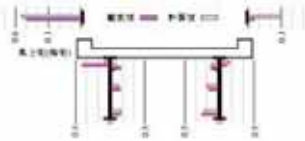
同一橋梁内では，塩分以外の因子の影響は同じ．

橋梁各部位の飛来塩分(付着塩分)から腐食量の評価が可能．

計測対象橋梁

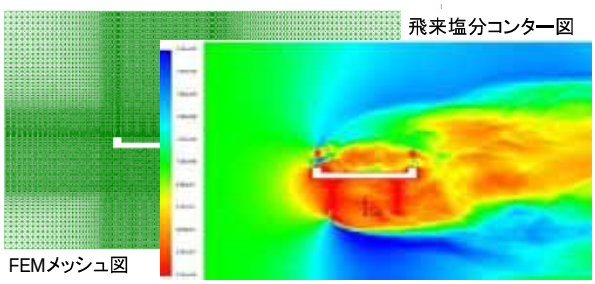
88

数値シミュレーションによる橋梁断面周辺の飛来塩分の再現



飛来塩分の観測値との比較

飛来塩分コンター図



FEMメッシュ図

89

トラス橋の
リダンダンシー評価

90

長岡大花火
8月2,3日
(三尺玉)

長生橋(1937～, 72才)
よく揺れる!!大丈夫??

91

トラス橋のリダンダンシー評価

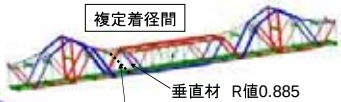
1937年(昭和12年)建設のゲルバートラス橋
建設時の図面は消失昭和49年に詳細調査による復元図を作成.

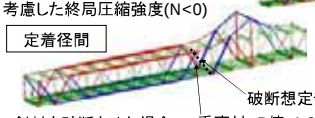
リダンダンシー評価の方法

死荷重と着目部材にとって最も不利になるように活荷重(衝撃含む)を作用させた後に，着目部材を除去した際に，残りの構造(部材)が終局状態(R>1)を迎えるかどうかを確認

$$R = N / Np$$

Np:全塑性軸力(N>0)，座屈を考慮した終局圧縮強度(N<0)





斜材を破断させた場合

92

高力ボルト摩擦接合

ボルト本数の低減!!

1) 許容応力度設計(ASD)における対応
(摩擦係数アップ、高強度ボルト(S14T))
すべり = 終局[破壊,崩壊](安全率=1.7)

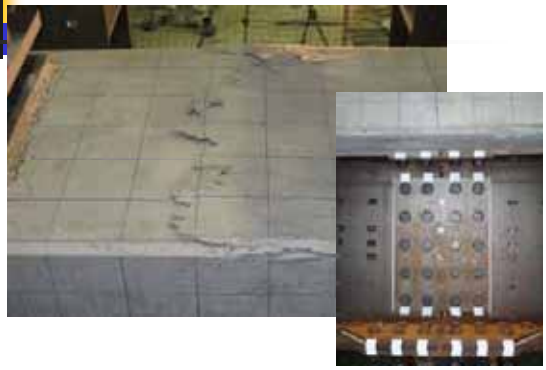
2) PB-LSD
(すべり ⇒ 使用限界状態
破断 ⇒ 終局限界状態)

93

実験状況

94

床版の圧壊

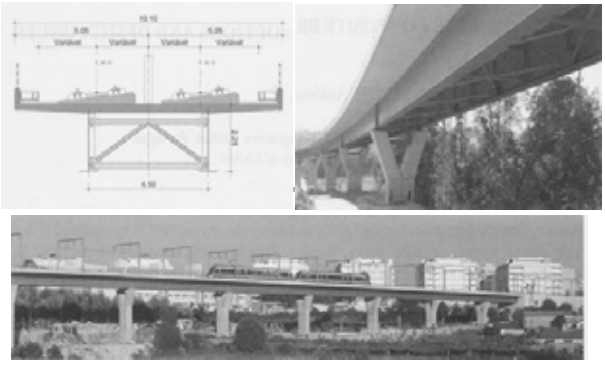


95

参考!!

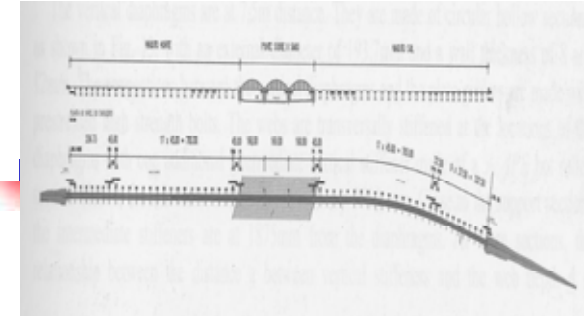
Steel Br. Conference (2008)
Euro Steel Conference (2008)

96



The Oporto Metro Viaducts(ポルトガル)

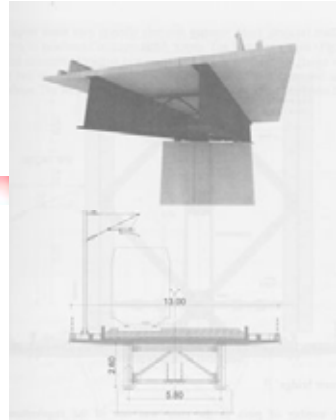
97



The new railway crossing of the Sado River
(リスボンの南100km)

【架設中】

98

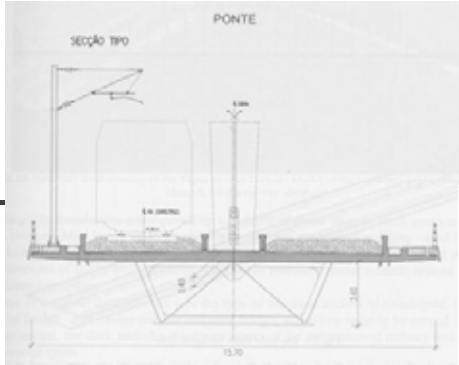


アプローチスパン

99

メインスパン(3@160 = 480m):合成タイドアーチ橋

100



断面

101

Outstanding composite steel-concrete bridges in the Spanish HSRL
(スペイン高速鉄道用の橋梁)

F.Millanes
Spain-Madrid

102

スペインではHSRL インフラ開発PJが進行中

- 当初，コンクリート橋が選ばれていた．
- 最近になって，合成2主桁が採用された．
  【スペイン独自の2重合成構造開発，採用】
- Ulla河を渡る高架橋(2重合成トラス)はドイツ，ナンテンバッハ橋よりスパンが20m長い．

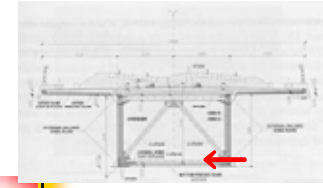
＊韓国も開発に極めて積極的(日本には・・見えない)

103

"Arroy De Las Piedras" 高架橋
(スペイン初：高速鉄道用合成2主桁橋)

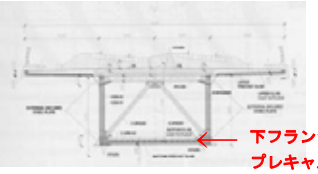
- スパン割：50 + 17 x 63.5 + 44 + 35 (m)
- スパンはOrgon 高架橋(フランスTGV)より0.5m長い
- 高橋脚(最大約93m)

104



床版幅：14m
床版厚：410(～220)mm
主桁間隔：6m
桁高さ：3.85m
フルウェブ横桁
⇒対傾構(8mピッチ)

正曲げ部



下フランジ側：
プレキャスト床版
(軸方向2m, 140mm厚)

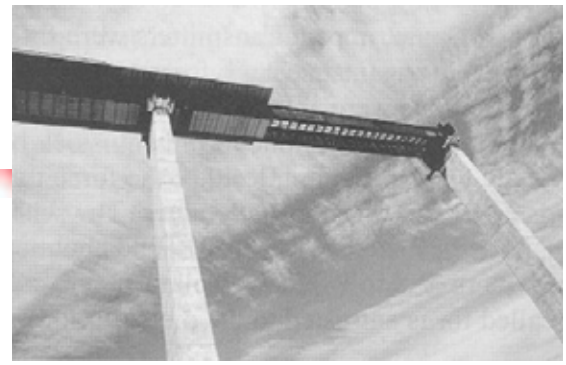
負曲げ部

105

プレキャスト上床版

下コンクリート床版と
対傾構

106



架設時(見上げる)

107

Ulla河(河口)を渡る高架橋[2008年夏架設開始]

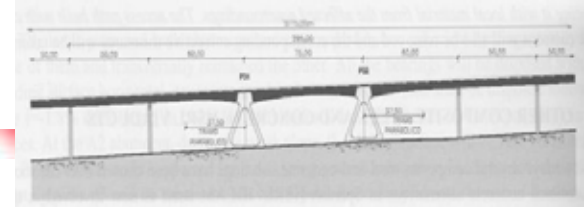
2重合成トラス橋

[50 + 80 + 3x120 + 225 + 240 + 225 + 3x120 + 80](m)

108

Bergara高架橋(2重合成トラス?)
メインスパン : 180m

109



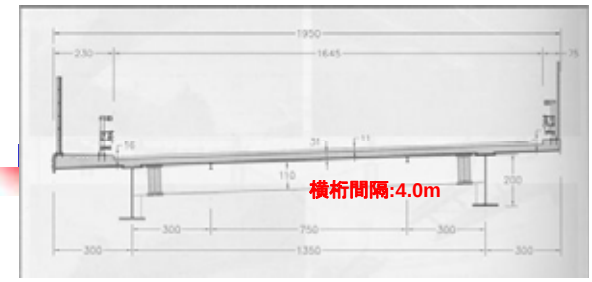
Archidona高架橋
スパン:75m

110

Architectural and structural design of
short and medium span bridges

L.Dezi
Italy-Ancona

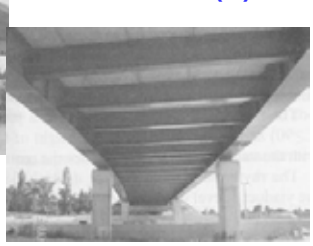
111



Mestre高架橋
(New Mestre 自動道)

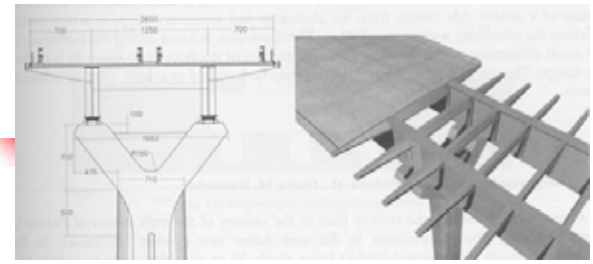
112

スパン : 30 - 60 (m)



Mestre高架橋
(コンピュータシミュレーション)

113



Serra Cazzola高架橋 in Sicily
55 + 70 + 3x90 + 120 + 3x90 +70 +55(m)

114

スパン120m区間
桁高:3m(スパン中央)
5.5m(支点上)

横桁間隔:4.0m
床版厚:250mm

115