

構造物のトラブルから考える
「持続可能な社会基盤の構築のために」
For sustainable civil and architectural infrastructure

徳山工業高等専門学校 田村隆弘

1. はじめに

建設投資が抑えられ、建設業界は非常に厳しい時代になっている。そのような中であって、なぜ、たかが「たった0.2mmのひび割れ」に、これほどまでにこだわるのか。

- ・ 持続可能な・・・、は単なる流行か。
- ・ 良質なものを造ると言うことは、仕事を減らすこと？貧しくなるということ？
- ・ GDPから考える。「豊かな暮らしを持続するには・・・」

2. 日本の建設業界

(1) 日本のGDPと建設業

- ・ 日本の建設投資(約50兆：H19 土工協)はGDP(約500兆：みずほ総研)の約10%
- ・ 平成5年の日本の人口(約1億3千万人)は、平成55年には(約8千万人で、)約2/3(H14 国土交通白書)に・・・と言うことは、50年後、建設投資の総額も約2/3に
- ・ 50年後の全就業人口は、現在の50%(H14 国土交通白書)

(2) これからの建設投資の用途は

- ・ 建設投資が削減され、コンクリート構造物の劣化が進む中、建設投資の用途は
- ・ 淘汰されて行く建設業界

3. 世界中で起きているコンクリート構造物のトラブル

- ・ パラオ(1996)、カナダ(2006)、韓国(1994)、そして、アメリカ
- ・ 道路橋の高齢化
- ・ 崩壊(トラブル)の原因は
- ・ 日本での事例(2007)
- ・ コンクリートのひび割れは、橋梁上部工では剛性低下にもつながる
- ・ ひび割れの3大要因(温度、乾燥、アル骨)
- ・ その対策は、

4. 身近なところで、コンクリートの劣化やトラブルが

- ・ 一般道路構造物で
- ・ ある建築工事で

5. 土木学会、日本建築学会、そして、国や県の動き

- ・ キーワード：関係者の連携、コンクリート主任技師、温度、収縮ひび割れ対策
- ・ 目指すところは、『品質の高い(長持ちする)コンクリート構造物をつくること』

6. おわりに

「持続可能な社会基盤の構築のために」コンクリート工事は、ひび割れ問題だけでなく・・・

- ・ 設計、コンクリート製造、施工、管理が個々に、あるいは、連携して『良質なコンクリート構造物を作る』対策を
- ・ 子たちの未来のために今我々ができることは、『良質な社会基盤構造物を残すこと』

コンクリートひび割れ抑制対策に関する技術講習会(第4回)

構造物のトラブルから考える
持続可能な社会基盤の構築のために
For sustainable civil and architectural
infrastructure

2008.11.4

徳山工業高等専門学校 田村隆弘

1. はじめに

- 流行語？
持続可能な(sustainable) …
- 低調な日本経済の中で
- 良質なものを造ると言うことは
長持ちする 仕事が減る？
- 人口減少の日本社会で
GDPを維持するには
GDPが維持できれば…豊かな生活が

GDP (国内総生産) は

GDP = 国民1人当たりの生産量 × 総国民数
(約500兆円 = 約400万円 × 約1億3千万人)

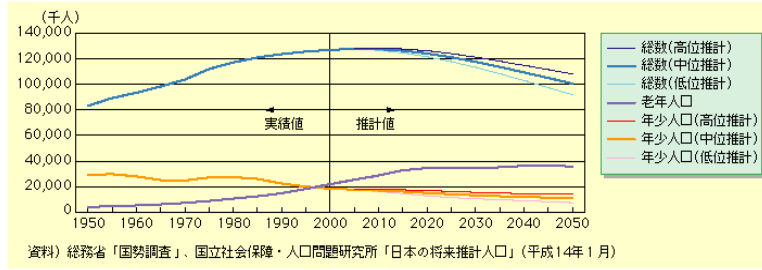
- 人口減少の中でGDPを維持するには、
生産量一定なら、国民総数を減らさない
国民減少なら、国民1人当たりの生産量を上げる
そのための技術開発(基礎研究)を行う
- (生産量一定)GDPが減少して社会資本の維持費が高
まると生活水準が低下、
がまんする・節約する
- 豊かな暮らしを維持(持続)するには、
物を長持ちさせる 今から構造物の耐久性を上げる

1. 日本の建設業界

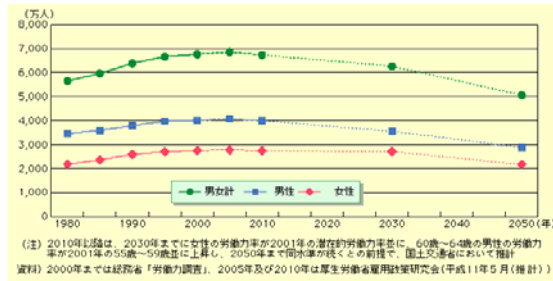
日本のGDPと建設業

- 日本の建設投資(約50兆:H19土工協推定)はG
DP(約500兆:みずほ総研)の約10%
- 平成5年の日本の人口(約1億3千万人)は、平成
55年には(約8千万人で、)約2/3に(H14国土
交通白書) **と言うことは、50年後、建設投資額も約
2/3に**
- 50年後の全就業人口は、現在の50%(H14国土
交通白書)

日本の人口(予測)



日本の労働力人口



公共事業費(兆円)

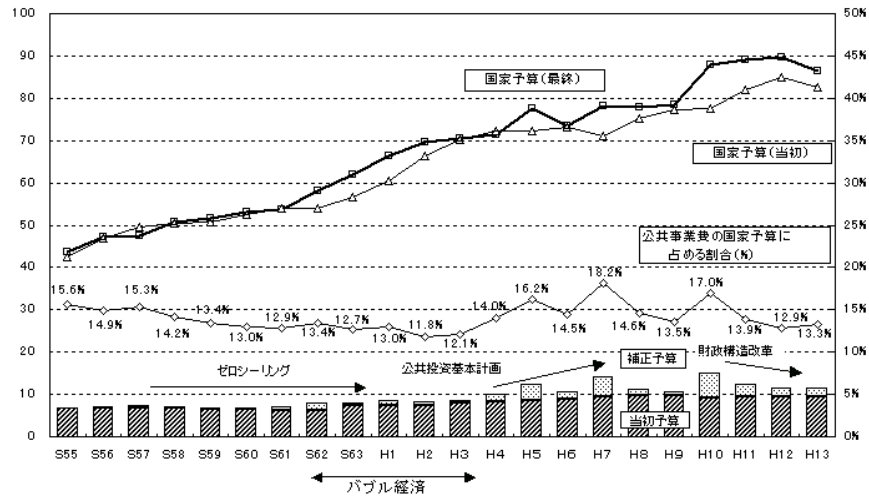
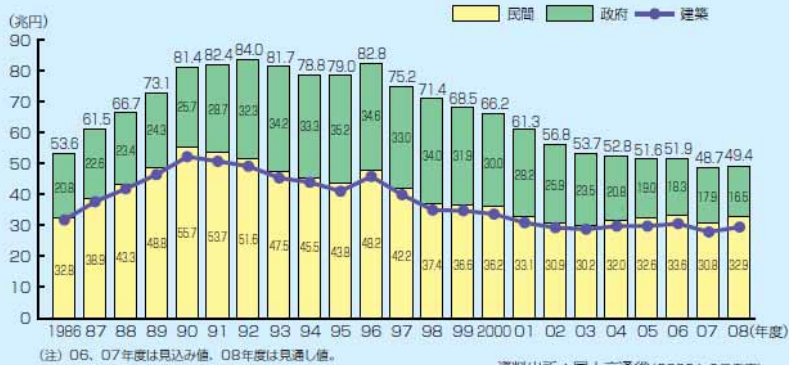


図 国家予算における公共事業費の推移
資料: 大成出版社「公共事業と予算」

建設投資の推移

建設投資の推移



建設投資は90年度までの5年間に民間投資を中心に急拡大し、バブル経済崩壊に伴い民間投資が減少に転じた後も政府投資の下支えにより92年度(84兆円)まで増加を続けた。その後、93～96年度は80兆円前後を維持していたが、97年度以降は民間投資の一層の冷え込みと公共事業削減により一貫して減少。07年度は22年ぶりに50兆円を下回った。08年度は若干の回復と見通されている。

土工協 建設業ハンドブック2008 データ:国土交通省(2008)

維持修繕工事の推移

維持修繕工事の推移

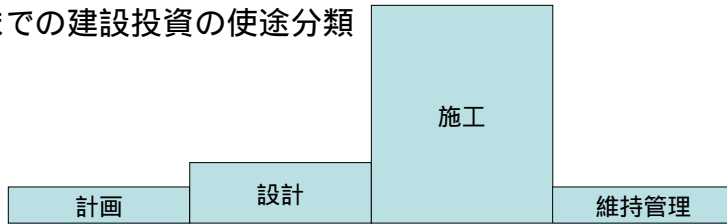


新規の建設需要が停滞する中で、近年、リニューアル(維持修繕工事)市場が注目を集めている。建設市場全体に占める割合をみると、90年代前半は10%台半ばで推移していたが、90年代後半以降は上昇傾向にあり、2006年度には24.7%に達した。

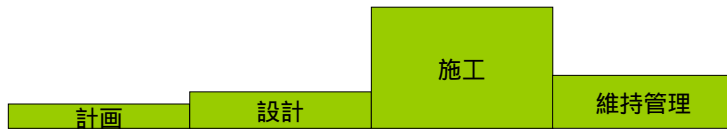
土工協 建設業ハンドブック2008 データ:国土交通省(2008)

これからの建設業

これまでの建設投資の使途分類

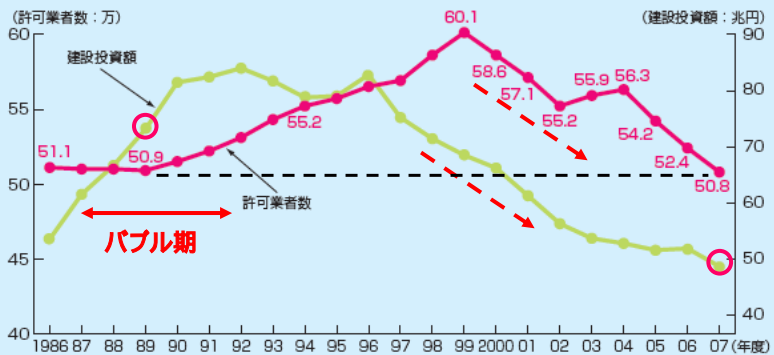


約2 / 3になる建設投資額の使途は



許可業者数の推移

許可業者数の推移



(注) 1. 許可業者数は各年度末時点。
 2. 94年度の建設業許可期間の2年延長(3年から5年に)の影響で03年、04年度は失効業者数が減少。結果的に03年、04年度の許可業者数は増加したが、05年度以降再び減少しており、実質的には業者数の減少傾向は続いているとみられる。
 資料出所：国土交通省
 建設業者数は99年度の60.1万をピークにその後減少。07年度は前年度比3.2%減の50.8万となった。

土工協 建設業ハンドブック2008 データ:国土交通省(2008)

3. 世界中で起きているコンクリート 構造物のトラブル



<http://www.asyura2.com/0406/idletalk10/msg/583.html>

KBブリッジ(パラオ)の崩壊: 1996年



<http://www.asyura2.com/0406/idletalk10/msg/583.html>

ケベック陸橋(カナダ) 崩壊:2006年



写真 2006年10月1日: CBCニュース

記事: 崩壊のメカニズムとしては、PC鋼線あるいは鉄筋の腐食による自重での落下が有力視されている。背景的要因として、冬季の凍結防止用の塩の散布、全国的な橋のメンテナンス投資の不足、検査体制の不備が指摘されている。出典: 橋梁と基礎 2006年11月号 p55-p56

<http://worldcommunitiesclub.seesaa.net/article/25082704.html>

聖水大橋(韓国) 崩壊事故 : 1994



1979年竣工

<http://japan1.chosun.com/photo/special/20040603/7.html>

失敗知識データベース (JST)

<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Search>

原因推定:

- (1) I型断面の吊り部材の溶接不良が主原因と考えられる。
- (2) 目視検査で分かる手抜き施工があり、聖水大橋の施工時の施工管理と検査方法に問題があったと思われる。
- (3) 路面凍結を防止するために散布されていた塩化カルシウムが、溶接不良や応力腐食による鋼材表面のひびわれに塩分浸透して、鋼材の腐食を促進した可能性がある。
- (4) 吊り鋼材の表面に予想外の部分的ひび割れが発生していた可能性がある。
- (5) 設計に内容に誤りはないが、未熟な施工水準を十分に想定していなかった可能性がある。
- (6) 供用中における維持補修に関する技術基準がなかった。
- (7) 供用中、財源制約のため、定期点検ができなかった。
- (8) 交通の変化に関する実態調査と検査基準がなかった。
- (9) 橋梁の保守に関する技術(検査)基準がなかった。
- (10) 施工業者を的確に選定する入札契約制度がなかった。
- (11) どんどん早く安く建設してしまえ、という慌ただしい社会的風潮があった。

アメリカの橋梁崩壊

歩道橋の崩落(テネシー州):2000年

オクラホマ州の落橋事故:2002年



http://sportsillustrated.cnn.com/motorsports/news/2000/05/21/walkway_accident/



http://archives.cnn.com/2002/US/05/26/barge_bridge/

ミネアポリス(アメリカ)落橋事故:2007年

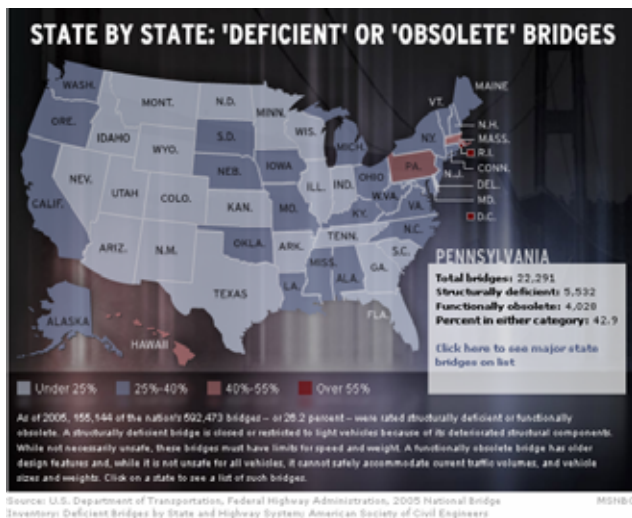


1965年竣工、約40年での崩壊
鋼桁の腐食、構造的欠陥が指摘されている。

<http://www.frepa.livedoor.com/blog/show?id=1051690&diary=98361>

アメリカの橋梁の状態

構造上欠陥あるいは、機能性低下が見られる橋梁



<http://www.msnbc.msn.com/id/20093413>

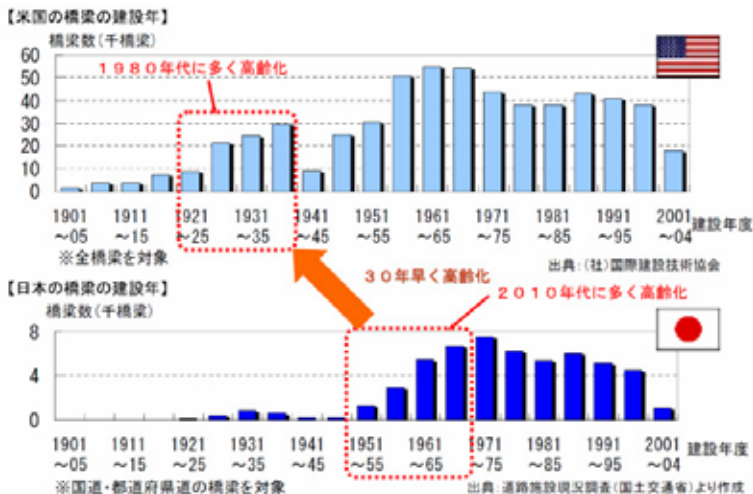


図 - 1.1.1 日米の道路橋の高齢化の比較[1]

[1]「荒廃する日本」としないための道路管理、国土交通省道路局社会資本整備審議会道路分科会第14回基本政策部会資料、<http://www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/14/52.pdf>

多くの崩壊の原因は

- 鉄にあり！？

では、劣化は

- 鉄骨構造は、鉄で決まる？ 塗膜
- 鉄筋コンクリート構造は？ コンクリート
- 鉄筋が守れるか否か・・・で決まることが多い。
- 無筋コンクリートは・・・アル骨さえなければ？というものでもない

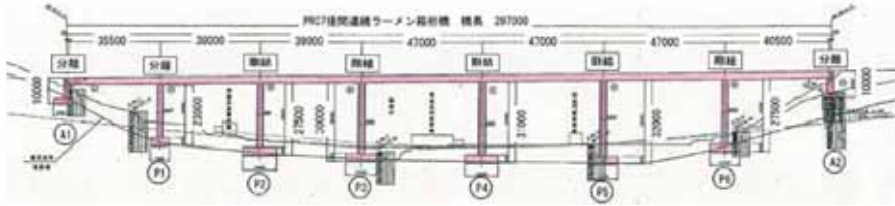
日本でのコンクリート構造物のトラブル 垂井高架橋(2003)



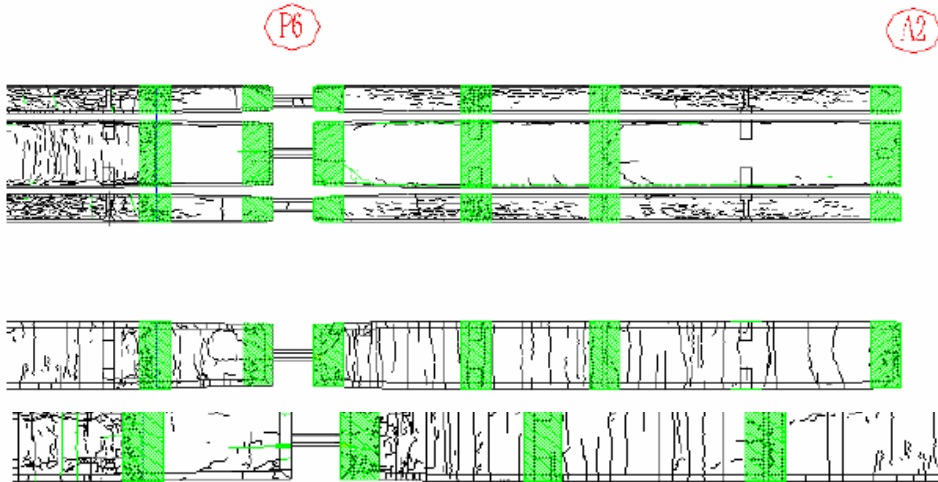
写真 垂井高架橋全景

コンクリート構造物の損傷事故とマネジメント 丸山九一 土木学会誌 vol.93 no.1

垂井高架橋全体図



垂井高架橋のひび割れ



垂井高架橋調査委員会の結論

ひび割れの原因は、収縮量の大きい骨材を使用したコンクリートの収縮

コンクリートのひび割れは

- 耐久性(鉄筋の腐食)の低下のみならず、橋梁上部構では剛性の低下に繋がる
 - 設計は、健全断面での曲げ、せん断、疲労解析
 - 耐久性予測(中性化速度で計算)
 - 現実の構造物の劣化は予想以上に進行が早い
- …耐力照査(解析)は劣化を的確に評価して

ひび割れの原因は・・・さまざま

* 構造的な問題を除くと

- 3大要因

温度、乾燥、アル骨

(劣化要因には「中性化、凍結融解、疲労」も)

- それぞれ対策が

温度・・・

乾燥・・・

アル骨・・・

4. 身近なところで

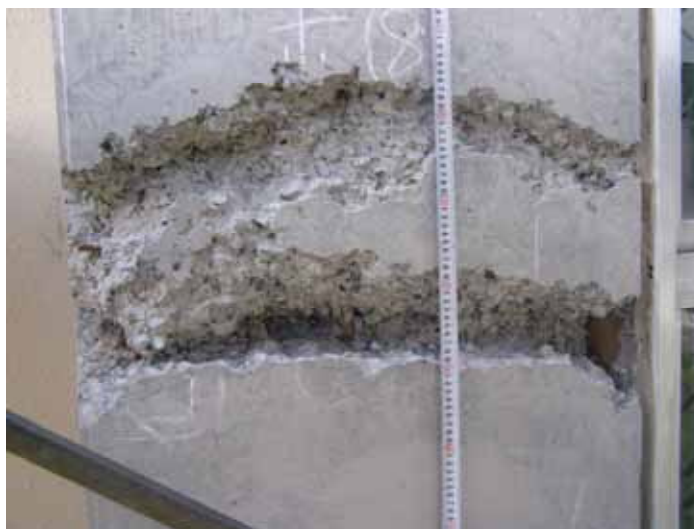


もちろん、使っていません。

道路構造物



ある建築工事で





5 . 土木学会、建築学会、そして、 国や県の動き

「品質の高い構造物を残そうとしている」

- 土木学会(示方書)・・・コンクリート専門技術者の登用
- 建築学会(JASS5)・・・使用コンクリートの乾燥収縮量の確認を義務化、コンクリート主任技師の登用
- 国や県の動き(共通仕様書)
 - ・生コン工場には、コンクリート主任技師を
- 山口県では
 - ・コンクリート打設管理記録を

6. おわりに

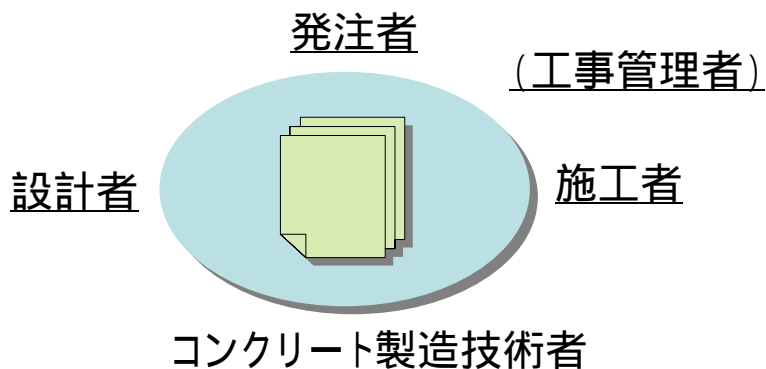
「持続可能な社会基盤の構築のために」
未来に負担を掛けないために

コンクリートはひび割れ問題だけでなく

- 設計、コンクリート製造、施工、管理の、それぞれが、あるいは、みんなが連携して『良質なコンクリート構造物を作る』対策を

コンクリート構造物品質確保のシステム

まずは、同じテーブルで企画検討、確認を



土木学会デザイン賞の角島大橋



土木学会デザイン賞 2003
Civil Engineering Design Prize 2003, JSCE

優秀賞
Civil Engineering Design Prize 2003, JSCE

角島大橋

Taunoshima Bridge

所在地: 山口県豊後郡豊北町大字神田～大字角島 ▶地図
事業者: 山口県豊田土木事務所

受賞対象者

Winners

氏名	所属	役職
二宮 誠	山口県道路建設課主任技師(計画時) 山口県豊田土木事務所工務課供 業整備所主任(施工時)	幕僚コンセプト形式、基本計画の 立案、関係機関との調整、現場 施工監督・指導
寺下 諒吉	八千代エンジニアリング(株) 広島 支店技術第2部第1課課長(当 時)	幕僚コンセプト形式、基本計画の 立案、詳細設計計画立案、全体 施工計画立案
河辺 真一	八千代エンジニアリング(株) 広島 支店技術第2部第1課主幹(当 時)	橋梁構造物詳細設計、付属構造 物詳細設計
山田 謙一	八千代エンジニアリング(株) 環境 デザイン部(当時)	デザインディテール検討、公園計 画と詳細設計、CGデザイン、モ ニタリング
杉山和雄	千葉大学助教授(当時)	幕僚アドバイザー
山口県自然環境保全審議会		幕僚整備基本方針の検討
山口県道路建設課		架構プロジェクトの基本構想立 案、全体設計の方針立案
山口県豊田土木事務所		現場関係機関との調整、計画・ 施工体制の確立、現場管理・指 導・監督



ご静聴ありがとうございました。



小学校の児童達 (この子たちの未来のために、今我々ができることは
良質な社会基盤を残すこと)