

# 建築・土木科講師用補助教材

## 第7章A

### ステンレス鉄筋の構造用途

鋼種選定を間違えると  
大きな問題になる場合がある





### Turcot highway interchange (ターコット高速道路インターチェンジ、モントリオール,カナダ)の腐食

- 1966年に建設されたDearie (デカリエ=南北)とVille Marie (ビル・マリ=東西) 2本の高速道路のインターチェンジ
- 1日の交通量は300,000台以上
- 鉄筋コンクリート製だが今日では除氷岩塩により著しく腐食している。

# 建て替えが必要となる

- 常時監視し、修理を行っているにもかかわらず、取り外すか部分的な建て替えが必要となる
  - 現在までのコスト概算：30億ドル
  - 2018年の建て替えまでにさらに2億5400万ドルが必要となる。
- この建造物の耐用年数はわずか50年しかない。



正しい鋼種選定は  
賢明な長期投資となる

# Progresso Pier(プログレッソ桟橋) (1/3)

ステンレスを使った  
サスティナブルな  
土木工事:



メキシコのProgresso(プログレッソ)で1970年に桟橋が  
一基建造された。

海洋環境のため普通鋼は腐食、桟橋は崩壊した。

# The Progreso Pier (プログレツソ棧橋) (2/3)

ステンレスを使った  
サスティナブルな  
土木工事:



隣接の棧橋は1937-1941年にステンレス鉄筋を使って  
建造されていた。

# The Progreso Pier (プログレツソ棧橋) (3/3)

ステンレスを使った  
サスティナブルな  
土木工事:



それ以後、この隣接棧橋はメンテ無しで新設同様の状態を保持している。

主要な土木建造物は現在では  
100年以上の耐用年数が必要とされる

# Haynes Inlet Slough Bridge

(ヘインズ・インレット・スラウ橋, 米国オレゴン州, 2004)

デッキ部に400トンのステンレス鉄筋を使った珍しいアーチ蝶番の橋。

長さ230mのヘインズ・インレット・スラウにかかる橋はメンテナンス無しで120年は持つと考えられている。ステンレスは材料としては普通の鉄鋼よりはるかに高価だが、橋のライフ・サイクル・コストは大幅に削減される。



# Broadmeadow Bridge

(ブロードメドウ橋, アイルランド ダブリン, 2003)

105トンのステンレス鉄筋を橋脚や欄干に使って新しく作られた河口を跨ぐ橋



# Hong Kong- Zhuhai- Macau Bridge

(香港—珠海—マカオ橋, 2009年着工, 2015年竣工の予定)

著名な香港—珠海—マカオを結ぶ海上路は世界最大のプロジェクトの一つである。要求される耐用年数はメンテナンス無しで120年。従って、橋脚の重要な部分—主に飛沫帯—にはステンレス鉄筋が指定されている。最終的には15,000トンのステンレスが使用される予定。





航空写真

## ダムの修理 Bayonne (バイヨンヌ, フランス)

港への入り口を保護するために  
1960年代に建てられたダム

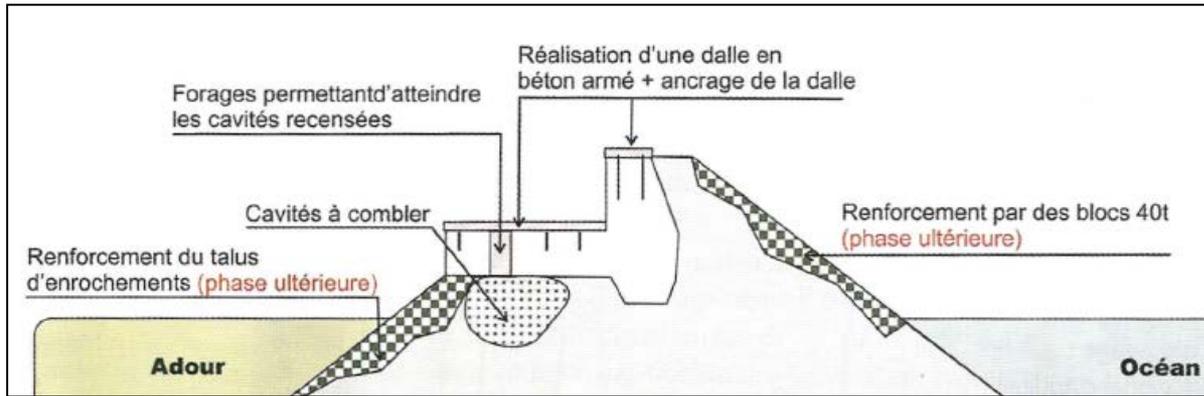
海側の方が高く40トンのブロックで  
保護されているが、嵐で傷むので  
取り替えの必要がある。

川側では幅7mのプラットフォーム  
から大型クレーンでブロックを持ち  
上げられるようになっている。

デッキと壁の割れ目は修理の必要がある。



## 護岸部断面図



## 護岸修理

Bayonne (バイヨンヌ, フランス)

プラットフォームと護岸はリー  
ンニ相鋼(EN1.4362) で補強さ  
れた。

## 修理中の護岸



## 2014年の初めに強風に見舞われたダム



# ステンレス鉄筋を検討すべき場合：

## 腐食環境：

- ・海水環境、それ以上に熱い気候地域での
  - －橋梁
  - －栈橋
  - －岸壁
  - －街頭柱や手すりのアンカー
  - －護岸
  - －その他
- ・除氷岩塩を使用する環境での
  - －橋梁
  - －陸橋やインターチェンジ
  - －駐車場
- ・廃水処理タンク
- ・淡水化プラント
- ・耐用年数の長い建造物
  - －歴史的建造物の修復
  - －核廃棄物貯蔵
- ・使用状態が不明な環境で
  - －検査が不可能
  - －修理がほとんど不可能か非常に高価となる場合

# ステンレス鉄筋と他の材料との比較

	利点	欠点
エポキシ被覆	初期コストが安価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲げると割れる</li> <li>・据付けの際に傷つけないよう取扱いに注意を要する</li> </ul>
亜鉛被覆	初期コストが安価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲げると割れる</li> <li>・ZnはFeより短期間で腐食し、Znが腐食すると耐食性が無くなる</li> </ul>
FRP	初期コストが安価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲げると割れる</li> <li>・厳しい冬期には耐熱性や耐衝撃性がなくなる</li> <li>・鉄鋼ほど堅固ではない</li> <li>・耐用年数経過後の処分も考えておく必要がある</li> </ul>
カソード被覆	初期コストが安価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全般的保護のためデザインに注意する必要がある</li> <li>・適切な電気接続が確保できるよう据付けの際にも注意を要する</li> <li>・恒久的な電流原(監視とメンテナンスが必要)か監視または取り替えを要する犠牲アノードが必要となる</li> </ul>
膜	初期コストが安価?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・据付けに注意が必要</li> <li>・長期使用の場合の性能に疑問がある</li> <li>・水平面に限定される</li> </ul>
ステンレス	LCCが安価 <ul style="list-style-type: none"> <li>・普通鋼と似た設計が可能</li> <li>・普通鋼・ステンレスの組み合わせ補強が効果的</li> <li>・据付けが簡単</li> <li>・メンテナンス不要</li> <li>・耐用年数に限度がない</li> <li>・コンクリート被覆を薄くできる</li> <li>・耐火性にも優れている</li> <li>・100%リサイクル可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期コストが高い</li> </ul>

# 参考サイト／文献

1. <http://www.lapresse.ca/actualites/montreal/201111/25/01-4471833-echangeur-turcot-254-millions-pour-lentretien-avant-la-demolition.php>
2. <http://www.ledevoir.com/politique/quebec/336978/echangeur-turcot-quebec-confirme-le-mauvais-etat-des-structures>
3. [http://www.outokumpu.com/sitecollectiondocuments/stainless\\_reinforcement\\_predictive\\_models.pdf](http://www.outokumpu.com/sitecollectiondocuments/stainless_reinforcement_predictive_models.pdf)
4. <http://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm> visual inspection of concrete
5. <http://www.nickelinstitute.org/en/Sustainability/LifeCycleManagement/LifeCycleAssessments/LCAProgresoPier.aspx> (progreso Pier)
6. <http://www.blog.iminox.org.mx/?q=node/341><http://www.blog.iminox.org.mx/?q=node/341> (progreso pier)
7. <https://www.carttech.com/news.aspx?id=1424> (oregon)
8. <http://structurae.net/structures/data/index.cfm?id=s0011506> (oregon)
9. <http://www.aeonline.ae/major-hong-kong-stainless-steel-rebar-contract-signed-by-arminox-middle-east-42317/news.html> (HK Macau)
10. <http://www.engineersireland.ie/EngineersIreland/media/SiteMedia/groups/Divisions/civil/Broadmeadow-Estuary-Bridge-Integration-of-Design-and-Construction.pdf?ext=.pdf> (Broadmeadow)
11. Courtesy Ugitech SA
12. [http://www.arup.com/Projects/Stonecutters\\_Bridge.aspx](http://www.arup.com/Projects/Stonecutters_Bridge.aspx) (stonecutters'bridge)
13. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Stonecutters\\_Bridge\\_Case\\_Study-2.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Stonecutters_Bridge_Case_Study-2.pdf) (stonecutters'bridge)
14. <http://www.carttech.com/news.aspx?id=1344> (belt parkway bridge)
15. Béton Armé d'inox: Le Choix de la durée (French) <http://www.infociments.fr/publications/ciments-betons/collection-technique-cimbeton/ct-t81>
16. Armaduras de Acero Inoxidable (Spanish) <http://www.cedinox.es/opencms901/export/sites/cedinox/.galleries/publicaciones-tecnicas/59armadurasaceroinoxidable.pdf>
17. Design Manual For Roads And Bridges: Volume 1 Highway Structures: Approval Procedures and General Design Section 3 General Design Part 15 Use of Stainless Steel Reinforcement In Highway Structures  
<http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/Standards%20for%20Highways.pdf>
18. <http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/Special-issue-stainless-steel-rebar-Acom.pdf>
19. <http://www.sintef.no/upload/Byggforsk/Publikasjoner/Prrapp%20405.pdf> (general)
20. [http://americanarminox.com/Purdue\\_University\\_Report\\_-\\_Stainless\\_Steel\\_Life\\_Cycle\\_Costing.pdf](http://americanarminox.com/Purdue_University_Report_-_Stainless_Steel_Life_Cycle_Costing.pdf) (advantages of using ss rebar)
21. <http://www.stainlesssteelrebar.org>