

建築・土木科講師用補助教材

第3章

なぜステンレスを選ぶのか

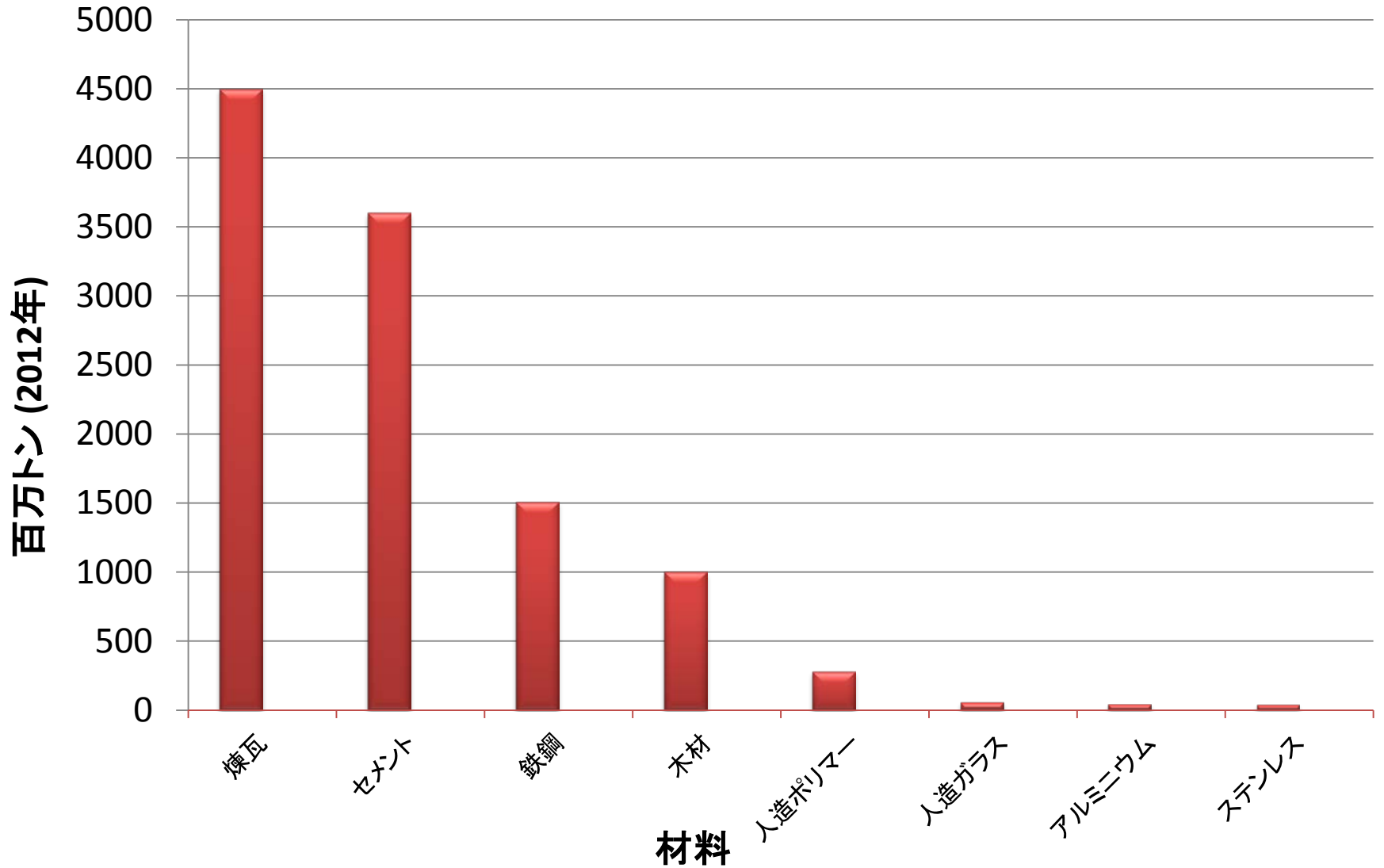
序文

現在、建築、ビルや建設に
使用されている主要材料

今日の主な建材使用

材 料	世界の生産量 〈百万トン/年〉 2012年	平均 密度	備 考
練土	?		主にアフリカの伝統的住居に使用されていた。 環境保護の面から一部で再び注目されている。
煉瓦 ³	4500	2,0	87%がアジアで使用
セメント ⁴	3600	2,4**	(コンクリートの数値を求めるには3-4倍する。) **コンクリート密度
鉄鋼 ⁵	1510	7,8	(粗鋼生産) 14%がインフラ向け、その半分が鉄筋 ¹² 42%が建材 ¹²
木材 ^{6, 11}	1000	0,5	製紙用(約550MT)および燃料用(約1450MT)は含まず
人造ポリマー ⁷	280	1,1	一部自然由来ポリマーもあり、セルロース、ゴム、絹、キチン
人造ガラス ⁸	56	2,6	2010年の平板ガラス生産のみ、全ガラスの数値=3倍する
アルミニウム ⁹	45	2,7	(一次アルミ生産量) 24%が建材用途 ¹²
ステンレス ¹⁰	35	7,8	17%が建材用途 ¹³

今日の主な建材使用: 棒グラフ



時代と共に新しい材料が出現 ステンレスが最も新しい材料*

材 料	年 代	
練土		人類誕生以来使用されてきた！
木材 ¹		人類誕生以来使用されてきた！
煉瓦 ¹	7500 BC 4500 BC	焼成煉瓦／陶器
鉄鋼 ¹	4000 BC 1858	鍛冶屋 ベッセマー・プロセス
人造ガラス ¹	3500 BC 100 BC 1950	ガラス製造の始まり 透明ガラス フロート・ガラス・プロセス
アルミニウム ¹	1825 1886	エルステッドがアルミを発見 ホール・エルー・プロセス
鉄筋コンクリート ¹	1850 1885	セメントの方がはるかに歴史が古い 回転炉プロセス
人造ポリマー ¹	1846 1907 1939	セルロイド ベークライト ナイロン
ステンレス ²	1912-1913 1954 1955	初期の合金 AODプロセス 熱延鋼帯

*より新しい材料もあるがまだ有意な使用量に至っていない。

ステンレスはまだ<若い>材料

なぜステンレスを選ぶのか

様々な優れた特性があるため

- あらゆる環境における耐食性：熱帯から北極まで、海でも砂漠でも耐食性を発揮（第3章参照）
- 様々な鋼種により広範な機械的性質が得られ、現在では主要な建築規格に盛り込まれている。さらに耐火性にも優れている（第4章参照）
- 多様な表面仕上げや着色仕上げも供給可能（第5章参照）
- 加工も簡単（第6章参照）
- 優れたサステナビリティ（第7章参照）
 - ✓ メンテナンスを全然またはほとんど必要とせずに長期の耐用年数が得られる。
 - ✓ 耐用年数経過後も特性を失うことなく再びステンレスに100%リサイクル可能（実際に85%以上がリサイクルされている）。
- 顧客の要求により具体的特性（軟磁性、非磁性、耐酸化・・・）も供給可能？
- 衛生的：洗浄・消毒が簡単

なぜステンレスがもっと使われないのか

ステンレスは一般的に価格が高いと考えられている。本当？

答え：正しくもあり、間違ってもいる

正しい:初期コストだけが重要な場合には確かに価格が高い。

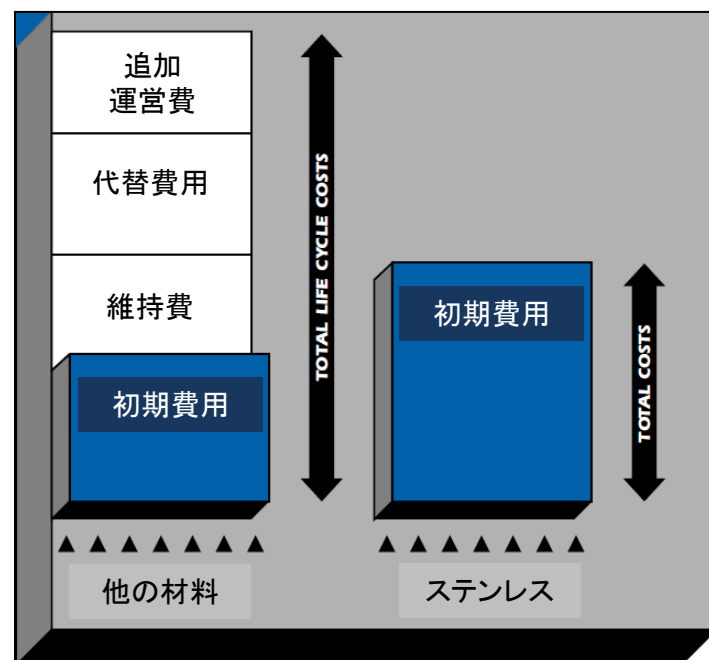
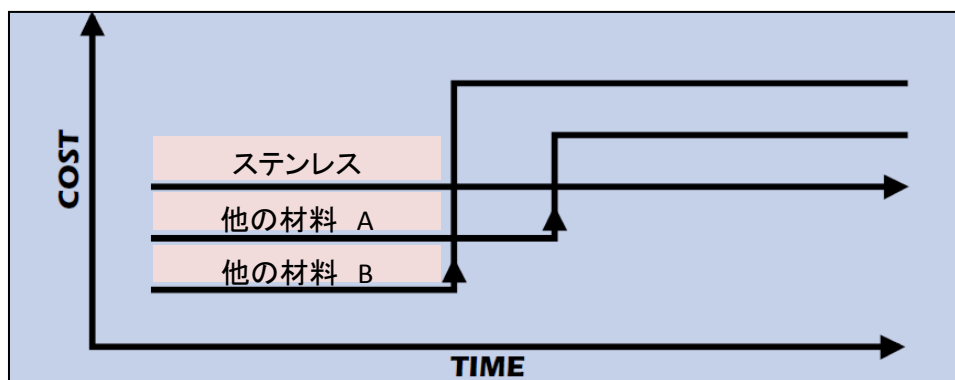
誤り :ライフ・サイクル・コスト(LCC=真のコスト)ーメンテナンスやリサイクル・コストを含めた場合には間違っている。

次のスライドで詳細を説明する。

全体的性能の高さによりエネルギー生産、輸送、自動車、飲食物、薬品、医療(主に手術用器具とインプラント)や他の多くの用途でステンレスが使用されるようになっている。

なぜLCCを考慮するとステンレスが高価でないのか

他の材料で作られた建造物のコストは時間の経過とともに大幅に増加するがステンレスの建造物のコストは通常一定である。



腐食のコストは米国だけで1,370億ドル超となっている。¹⁴

2つの古い建造物のLCC比較

建造物	完成年	材料	高さ	メンテナンス
エッフェル塔 ーパリ*	1889	錬鉄	324m	7年毎。塗装作業は毎回約1.5年 (15月)かかる。 塗料50-60トン、塗装作業者25名、 ブラシ1500本、やすり盤5000個、 作業着1500着。
クライスラー・ビル(屋根と入口) ーニューヨーク	1930 (屋根は 1929)	オーステナイト 系 ステンレス (鋼種: 302)	319m	1951年と1961年の2回。 1961年の洗剤は不明。1995には 中性洗剤、脱脂洗剤と研磨剤が 使用された。



*エッフェル塔はステンレスが発明される前に建築され、当初は臨時の建造物だったが民衆に好評を博した。

事例

2つの有名な橋のメンテナンス比較

- サンフランシスコのゴールデン・ゲート・ブリッジ
- ホンコンのストーンカッター・ブリッジを次の2つのスライドに示す。

サンフランシスコのゴールデン・ゲート・ブリッジ

メンテナンスト



「鉄工員13人と鉄工員助手3人、塗装作業員28人と塗装助手5人および橋梁塗装主任というたくましいグループが腐食の進行している鉄橋材を補修するためにしばしばゲートの頂上近くに宙づりになり風、海気および霧と戦っている。鉄工員は腐食の進行している鉄橋材とリベットを高張力鋼のボルトに置き換え、橋で使用出来るよう軽度な加工を行い、塗装作業員の足場作りに協力する。さらに鉄工員は塗装作業員が橋を構成する橋脚や翼弦の内部まで入れるように厚板や棒材を撤去する。塗装作業員は橋全体の表面を整備し、腐食している部分すべてに再塗装を行う。」¹⁷

ホンコンのストーンカッター・ブリッジ (2009)

メンテナンスフリー



プロジェクト詳細: 全長1,596m、片側3車線の高強度斜張橋、純径間1,018m、台風に耐えられる設計。

材料: ステンレス EN1.4462 (二相鋼) 降伏応力450MPaの厚板が搭橋上部(175mから295mの頂上まで)と搭橋表面に使用されている。

なぜ普通鋼ではなくステンレスが選ばれたのか: 暑く汚染された海水環境で橋梁耐用年数120年を目指した。メンテナンスフリーを志向した設計となっている。¹⁸

主要参考サイト

1. <http://worldstainless.org/>
2. (a) <http://www.hablakilns.com/pages/industry/brick-market> (b) [http://wiki.answers.com/Q/What is the weight of a red clay brick in Kilograms](http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_weight_of_a_red_clay_brick_in_Kilograms) (c) <http://www.hablakilns.com/industry.htm> (d) <http://www.unep.org/ccac/Initiatives/ImprovedBrickProduction/tabid/794080/Default.aspx>
3. <http://www.cembureau.eu/about-cement/key-facts-figures>
4. (a) <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive.html> (b) <http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2015/01/48th-Census.pdf>
5. (a) http://faostat3.fao.org/download/F/*/E (b) <http://observatoire.franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/a-i4793f.pdf>
6. <http://www.plasticseurope.org/plastics-industry/market-and-economics.aspx>
7. <http://www.glassforeurope.com/en/industry/global-market-structure.php>
8. <http://www.world-aluminium.org/statistics/primary-aluminium-production/>
9. [http://worldstainless.org/statistics/crude steel production](http://worldstainless.org/statistics/crude_steel_production)
10. <http://www.withbotheyesopen.com/>
11. <http://www.ssina.com/overview/markets.html>
12. <http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/cueddatabooks/materials.pdf>
13. http://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistancel_14057a_.pdf
14. Source: <http://www.aperam.com/>
15. [Wikipedia](#)
16. <http://www.nickelinstitute.org/en/MediaCentre/Publications/MetalsforBuildings.aspx>

主要参考サイト(続き)

17. <http://www.nace.org/Publications/Cost-of-Corrosion-Study/>
18. a) <http://www.tour-eiffel.net/> b) <http://corrosion-doctors.org/Landmarks/Eiffel.htm>
19. c) http://en.wikipedia.org/wiki/Chrysler_Building d) http://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/TimelessStainlessArchitecture_11023_.pdf
20. <http://goldengatebridge.org/research/facts.php#IronworkersPainters>
21. <http://www.nickelinstitute.org/~media/Files/NickelUseInSociety/Architecture/Construction%20Case%20Studies/CS-1%20Stonecutters%20Bridge%20HK%20low%20res.ashx>