



www.nipponsteel.com



钛建材的特点

钛



日本制铁株式会社

東京都千代田区丸之内二丁目6番1号 丸之内公园大楼 (Marunouchi Park Bldg.)
Tel: +81-3-6867-4111

Features of Titanium Building Materials
T003cn_02_202308p
© 2019, 2023 NIPPON STEEL CORPORATION

日本制铁株式会社

走在时代最先端的钛， 是出色的环保金属。

钛命名来源于希腊神话中的泰坦（巨人），作为元素发现于1790年。

1946年前后开始工业生产。以其“轻”、“牢”、“不生锈”等的优异特性，先开始用于航空宇宙、化学、电力等领域，并扩张到建筑、土木、医疗和民生品。

1970年代起，开始适用于建材。作为拥有无与伦比的耐蚀性能的意匠材，不论是在海滨地区等严重的腐蚀环境，还是永久性建筑物（博物馆、神社佛阁等），适用范围越来越广，最近还开始普及到一般住宅。

在国外，因1990年代由Frank O. Gehry设计的Guggenheim美术馆(西班牙)大规模地使用了钛，由此得到了世界众多的建筑家的注目，并在各国开始采用。预计今后钛建材的需求将进一步得到推广。

钛建材的致力研究

钛建材作为拥有比不锈钢和铜更出色的耐蚀性能的建材问世以来，其意匠性得到了众多建筑家的注目。本公司一直对其进行着作为意匠材所需的各种各样的技术开发。

钛建材的特点

从意匠的选择，到处理后施工于建筑物后的保养……。为了让钛始终维持其意匠性，我们一直在不断地努力。

1. 第2页~ 钛建材的基本特性

钛作为建材，拥有出色的特性。在严重的腐蚀环境中，是最合适的原材料。

2. 第6页~ 丰富多彩的商品群（表面处理）

从适合于日本神社佛阁的瓦风格的建材，到面向现代化建筑的富有光泽的着色钛，我们开发了多种多样的表面处理的菜单。

3. 第10页~ 不易变色的钛建材的开发^(注)

开发了不易变色，能抑制经年变化引起的变色的钛建材。

5. 丰富的应用技术

- 加工时偏斜小的原材料的开发 第14页
- 合适的洗涤剂的开发 第15页

4. 第13页 批量间色差的减少

减少金属因批量间的颜色偏差所产生的意匠方面的问题，开发了进行大面积生产的控制技术。

^(注) 本产品是延迟因经年变化引起的变色的速度，并非阻止变色。当然不能保证不变色。

注意事项

本资料所记载的技术信息是对产品具有代表性的特征和性能进行介绍说明，除明确标明为“规格”的规定事项以外，均不表示保证。对于误用或不当使用本资料所记载的信息而造成的损失，本公司概不承担任何责任，敬请予以谅解。此外，这些信息今后在未事先通知的情况下可能有所变动，因此关于最新信息，请向各有关部门咨询。本资料所记载的内容未经许可不得擅自转载或复制。本资料上记载的我们公司的产品和服务名称是日本制铁株式会社、日本制铁株式会社下属公司或者第三方授权日本制铁株式会社或其下属公司使用的商标或注册商标。资料上记载的其它产品和服务名称则可能是其他所有者的商标或注册商标。

内 容	
钛建材的致力研究	1
钛建材的基本特性	2
丰富多彩的商品群（表面处理）	6
钛的着色	9
不易变色的钛建材的开发	10
减少批量间的色差	13
丰富的应用技术	14
钛建材的使用例	16
参考资料	21

1. 钛建材的基本特性

1. 无与伦比的耐蚀性

钛在常温下容易形成稳定的氧化膜(不动态膜), 显示了出色的耐蚀性。在通常的建材使用环境下, 没有产生腐蚀的可能性。

- (1) 对海水具有白金同等的耐蚀性
 - 是最适应于海岸地带使用的金属。
- (2) 对腐蚀性气体也具有出色的耐蚀性(亚硫酸气·硫化氢气等)
 - 在大城市、工业地带、温泉地带等, 是最出色的建筑材料。
 - 对全球规模的环境污染(酸雨等)也是强有力的金属。
- (3) 无不锈钢存在的应力腐蚀、孔蚀、间隙腐蚀等问题。
- (4) 与异种金属的接触腐蚀(参照21页“海水中的腐蚀电位”)
 - 与不锈钢几乎同等的腐蚀电位。
 - 可与使用不锈钢同样的思维加以采用。
 - 特别需要留意的场所, 请考虑如何防止结露和绝缘。

表1. 各种金属耐蚀性比较

(资料来源: 日本钛协会)

	钛	不锈钢 SUS 304	铜
耐海盐粒子性(孔蚀)	◎	△	○
耐紫外线性	◎	◎	◎
耐酸雨性(孔蚀)	◎	△	△
耐酸性气氛性	◎	△	×
耐派生锈性*	◎	×	△
耐流锈性	◎	○	×
耐热性	◎	◎	◎
耐烧蚀性	◎	◎	○

评价: ◎=优 ○=良 △=中 ×=差

*派生锈: 因附着物, 金属自身产生腐蚀的现象

表2. 各种金属耐药品性比较

(资料来源: 日本钛协会)

	钛	不锈钢 SUS 304	不锈钢 SUS 316	铜
海水 常温	◎	◎*	◎*	○
盐酸 HCl 10% 常温	○	×	×	×
硫酸 H ₂ SO ₄ 10% 常温	○	○	○	○
硝酸 HNO ₃ 10% 常温	◎	◎	◎	×
氢氧化钠 NaOH 50% 常温	◎	◎	◎	◎
氯化钠 NaCl 20% 常温	◎	○	○	◎
氯气 Cl ₂ 100% wet	◎	×	×	×
硫化氢气 H ₂ S 100% wet	◎	○	◎	×
亚硫酸气 SO ₂ 30-90°C	◎	○	○	×

评价: ◎: <0.05 ○: 0.05~0.5 △: 0.55~1.27 ×: >1.27mm/年

*发生孔蚀以及间隙腐蚀。

2. 高强度

拥有与钢几乎同程度的强度, 是每重量强度即比强度高的金属。用于建材时, 主要采用处理性良好的JIS 1类。

表3. 工业用纯钛的规格(JIS产品)

	化学成分						机械性特性 (厚度未满 0.5~15mm)			弯曲试验 (厚度未满 0.5~5mm)	
	H	O	N	Fe	C	Ti	拉伸强度 N/mm ²	耐力 N/mm ²	伸长率 %	弯曲角度	内侧半径
JIS 1类	≤0.013	≤0.15	≤0.03	≤0.20	≤0.08	残部	270-410	≥165	≥27	180°	厚度2倍
JIS 2类	≤0.013	≤0.20	≤0.03	≤0.25	≤0.08	残部	340-510	≥215	≥23	180°	厚度2倍
JIS 3类	≤0.013	≤0.30	≤0.05	≤0.30	≤0.08	残部	480-620	≥345	≥18	180°	厚度3倍

3. 轻量

比重为4.51, 是钢的60%、铜的1/2、铝的1.7倍。
因是很轻的金属, 所以对构造的负担小, 施工作业也很容易。
有些用途, 还可节省腐蚀余量并实现轻量化。

4. 热膨胀少

线膨胀系数是不锈钢和铜的1/2、铝的1/3。
接近于玻璃水泥, 所以可一起使用。
因气温变化引起的伸缩小, 有利于长期施工。

5. 卓越的意匠性

坯料本身是雅致而稳重的银色, 拥有出色的质感。
并且能通过阳极氧化法, 进行各种各样的着色。

6. 环保

是无毒的金属。
并且因金属离子的溶出少, 对人体负担小又环保。

7. 其他

- 具有以下特性:
- ① 杨氏模量(弹性系数)小
 - ② 热传导率小
 - ③ 熔点高
 - ④ 非磁性

表4. 钛和其他金属的物性比较表

条目	金属材料	钛	不锈钢 SUS 304	不锈钢 SUS 316	铁	铜	铝
熔点 °C		1,668	1,398~1,453	1,370~1,397	1,530	1,083	660
比重		4.51	7.93	8.0	7.9	8.9	2.7
线膨胀系数 ×10 ⁻⁶ /°C(20~100)		8.4	17.3	16.0	12.0	17.0	23.0
热传导率 cal/cm ² /sec/°C/cm		0.041	0.039	0.039	0.150	0.920	0.490
电阻 μΩ-cm		47	72	74	9.7	1.7	2.7
杨氏模量 kg/mm ²		10,850	19,300	19,300	21,000	11,000	7,050

钛被认定为不燃材料。(国土交通大臣认定“NM-8596号”)

1. 钛建材的基本特性

8. 耐腐蚀性调查资料

(1) 温泉地区的金属材料的腐蚀试验资料

温泉地区的金属腐蚀是引起各种问题的原因，因此有必要对金属原材料进行慎重选择。在这里我们举一个例子，介绍一下以强酸性而有名的藏王温泉的曝露试验结果。
(资料来源：钛和锆 Vol.35 No.4 22页 1987年10月号)

表5. 藏王温泉代表性成分 (单位: mg/kg)

	泉温(°C)	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ²⁺ +Fe ³⁺
源泉地	52.5	1.30	738.6	5,070	94.3
浴场	46.7	1.35	845.3	5,460	106.0

腐蚀情况因温泉成分而有差异，请注意。

表6. 藏王温泉的各种金属材料的腐蚀度(曝露期为6个月) (单位: mg/dm²/天)

	源泉地曝露	源泉地浸渍	浴场内壁曝露	浴场外壁曝露	浴场浸渍
纯钛	0	0	0	0	0
不锈钢SUS304	—	溶解*1	1.99	—	溶解*1
SS400钢材	46.22	溶解*1	41.55	19.33	溶解*1
韧钢	73.66	165.94	64.83	17.11	31.77
纯锌生铁	0.66	溶解*2	2.39	0.55	溶解*2
铝5052	0	74.77	0	—	109.49
镍	0.66	341.44	3.83	1.83	58.49

*1: 2个月以内溶解

*2: 浸渍后10天以内溶解，—记号是异常值

(2) 本公司对酸雨的调查结果(钛的文化财保护适用研究)

因铜的表面会生成庄重的铜锈，一直用于神社、佛阁等的屋顶材，但近来因酸雨等的环境恶化，出现了各种各样的问题。受酸雨的影响，铜的表面无法生成稳定的碱式碳酸铜(铜锈)，生成的只是不稳定的碱式硫酸铜。因此，不仅影响景观，还出现了腐蚀问题，特别是雨滴下落处发生开孔腐蚀(雨滴腐蚀)。另外，铜还可能被灰浆以及熏黑瓦片的浸出液腐蚀。这些从保护文化财产的观点出发，也是一个很大的问题，因此对钛的期待日益高涨。

(施工例：一休寺的寺院厨房、光悦寺、NARI田屋、药王院的茶室等)

照片1显示的是：因模拟酸雨(H₂SO₄:HNO₃:HCl=1.4:1.4[摩尔比]、pH=4.6)下滴而出现的雨滴腐蚀的再现实验结果。

照片1. 模拟酸雨产生的雨滴腐蚀再现实验后的金属表现



9. 加工性

(1) 成形性

与钢和不锈钢无大差别。

JIS 1类时，使用与钢和不锈钢几乎同样的工具、夹具、机械就能够成形。

与钢和不锈钢相比，返回(回弹)大，对此要加以注意。

(2) 焊接性

对接缝点焊，用与不锈钢同样的方法在大气中也能进行。至于一般的焊接(TIG焊接为主)，比如氩气保护的必要性等，需要比不锈钢更严格的焊接管理。无焊接部腐蚀以及应力腐蚀裂纹的忧虑。

本公司还定期举办焊接进修班，进行焊接技术的指导。

(3) 接合性

与粘结材以及焊接材的接合性、涂膜的粘合性与不锈钢以及铝相同。

10. 施工和用途

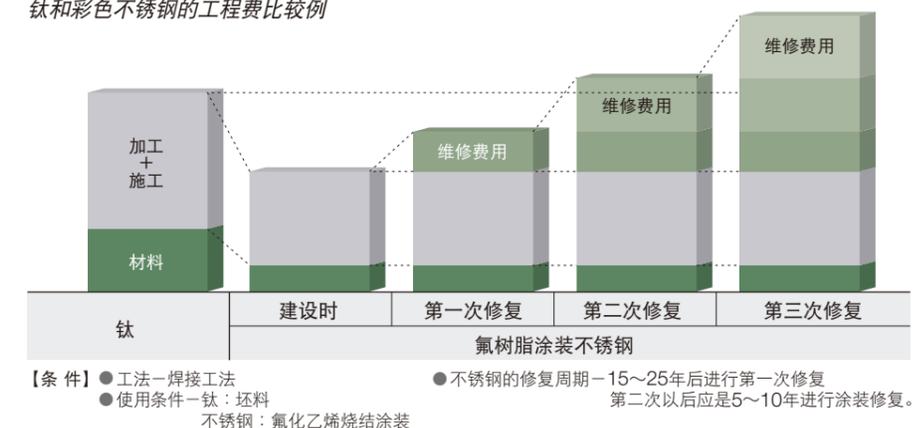
已往金属的外装材(屋顶材、墙壁材)的几乎所有的工法都可以使用。

11. 经济性

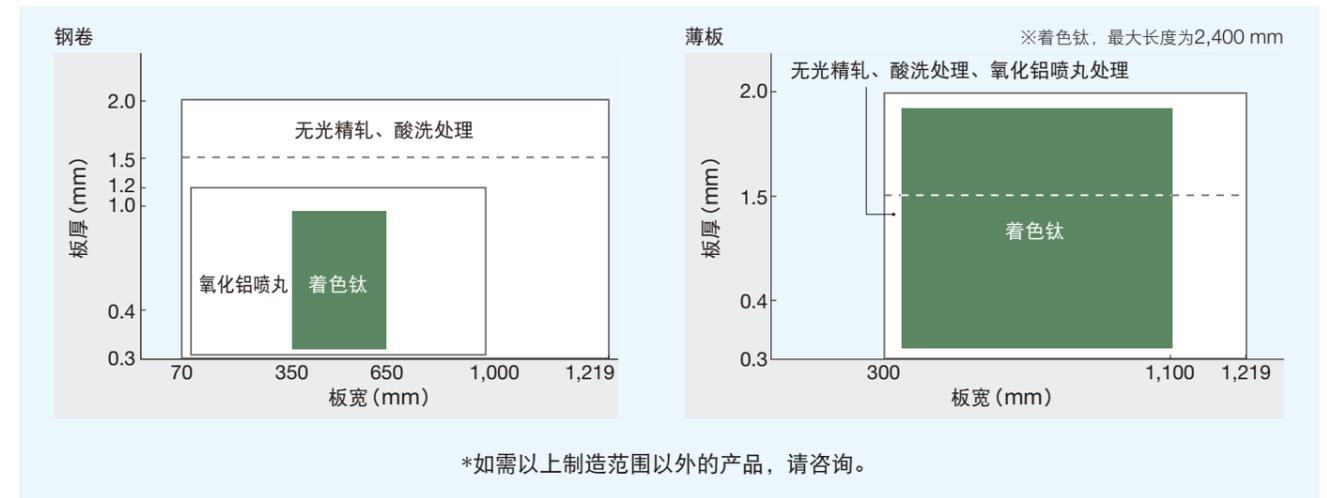
钛作为屋顶材和外装材使用时，原材料为基数的初期成本比其他原材料高，但不需要再次涂层和重新铺设等，运行成本非常低。使用20~30年以上时，商品寿命周期成本上有利。

特别是海岸地带和工业地带、城市等腐蚀严重的地方、更加有利。

钛和彩色不锈钢的工程费比较例

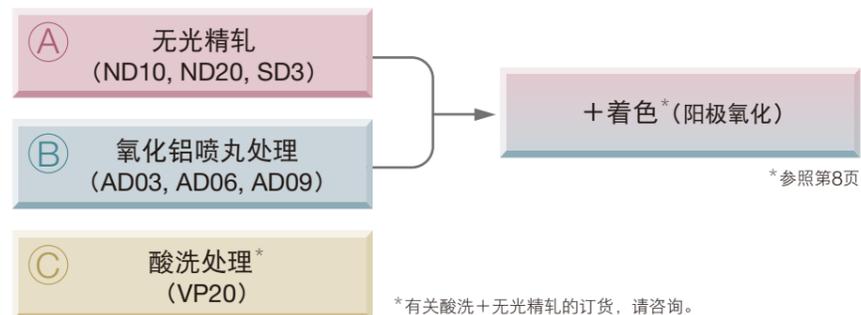


本公司产品的可制造范围(冷轧钢板)



2-1. 丰富多彩的商品群(表面处理) [专利第3688762号、3406726号、3397927号、3117876号、3453257号、3655932号]

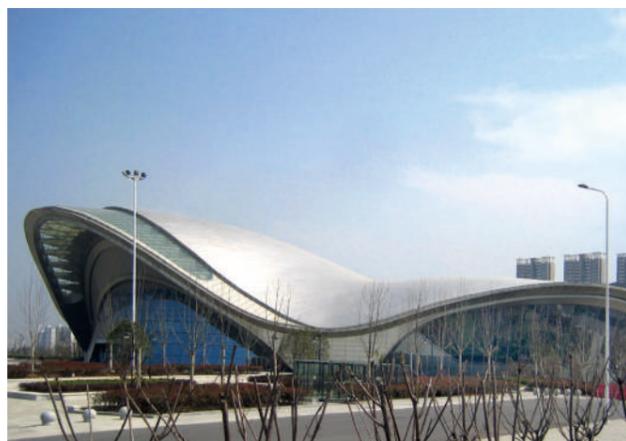
本公司将三种表面处理方法与数十种着色进行组合，从现代建筑到日本式建筑，甚至于纪念碑，为满足不同要求，准备了丰富多彩的商品菜单。



(A) 无光精轧 本公司的主力产品无光精轧钛材，是用于建筑物最多的产品。
真空退火 (VAF) 后，用平整道次进行凹凸状处理。



富士电视台总公司大楼的球体展望室
表面：无光精轧 (ND10)
面积：2,800 m²
重量：14 tons
竣工：1996年



合肥滨湖国际会展中心
表面：无光精轧 (ND20)
面积：13,000 m²
重量：21 tons
竣工：2011年



新万金展览中心
表面：无光精轧 (ND20)
面积：4,300 m²
重量：10.4 tons
竣工：2011年



(B) 氧化铝喷丸处理
将氧化铝粒子直接喷丸。

氧化铝喷丸钛材达到了显示“日本瓦”风格的境界，主要用于神社佛阁等日本建筑。



- 2003年最佳设计奖“寺院的钛屋顶 / 保护历史性建筑物—钛项目”
- 2004年度 大谷美术奖“传统美与梦想的屋顶—氧化铝喷丸处理的钛屋顶和外装材”

昭和馆
表面：氧化铝喷丸处理 (AD09)
面积：4,200 m²
重量：56 tons
竣工：1998年

光悦寺本堂
表面：氧化铝喷丸处理 (AD03)
面积：700 m²
重量：1.2 tons
竣工：1997年



大中寺
表面：氧化铝喷丸处理 (AD03)
面积：660 m²
重量：1.2 tons
竣工：2006年



岛根县立美术馆
表面：酸洗处理 (VP20)
面积：10,000 m²
重量：60 tons
竣工：1998年

(C) 酸洗处理
通过酸洗以及平整道次进行微细凹凸处理。

酸洗后，钛呈白的色调。是实现大面积制造，减少批量间色差的代表性例子。



2-2. 丰富多彩的商品群(表面处理)

A 无光精轧+着色处理



内滩乡公所
表面: 无光精轧 (ND20), 着色: 绿色
面积: 1,700 m²
重量: 6 tons
竣工: 1998年

B 氧化铝喷丸+着色处理



北野天满宫的宝物殿
表面: 氧化铝喷丸处理 (AD09), 着色: 铜绿
面积: 1,000 m²
重量: 4 tons
竣工: 1998年



奈良国立博物馆(第2新馆)
表面: 氧化铝喷丸处理 (AD03), 着色: 铁锈色
面积: 6,000 m²
重量: 12 tons
竣工: 1998年



爱鹰神社
表面: 氧化铝喷丸处理 (AD09), 着色: 铜绿
面积: 440 m²
重量: 0.4 tons
竣工: 2006年



滝光德寺
表面: 氧化铝喷丸 (AD09), 着色: 铜绿
面积: 2,500 m²
重量: 5.9 tons
竣工: 2009年

钛的着色

着色钛

本公司构筑了能稳定供应着色钛建材的质量管理体制。

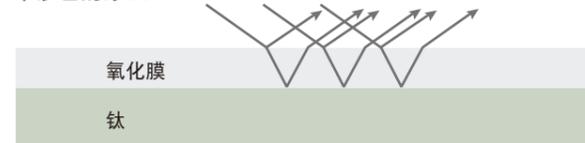
- ①均一的着色
- ②确保膜粘合性的技术
- ③新产品开发
- ④用于着色的保护薄膜的开发 等

着色钛的原理

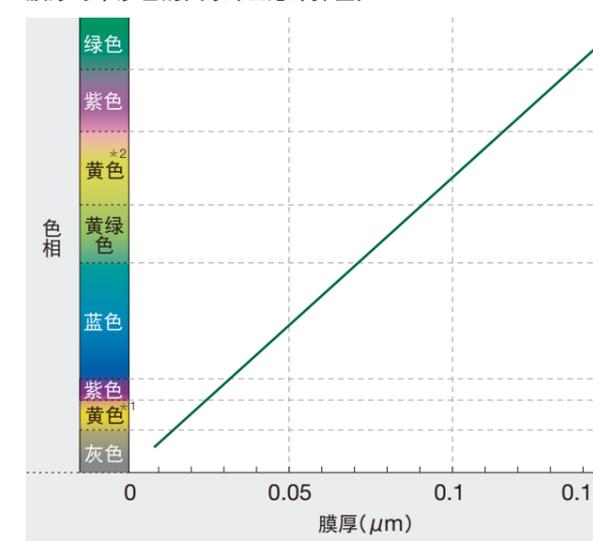
着色(阳极氧化)

通过阳极氧化法,使钛表面生成一层薄氧化膜(无色透明),干涉光线使其呈现颜色。并且,可以通过改变膜的厚度,实现多种多样的着色。

干涉色的原理



膜厚与干涉色的关系(理论计算值)



在使用着色钛时, 请注意以下几点:

- ①因钛表面的氧化膜非常薄, 其色调受坯料的表面状态的影响。
表面处理不一样, 即使氧化膜的膜厚相同, 也有可能呈现不同的颜色。另外, 即使是同样的处理, 各钢卷也会反映出坯料的微妙色差。因此, 本公司用样品让客户确认了之后, 并在着色处理前, 将实际使用的原材料的一部分加以着色, 让客户确认。另外, 将使用数个钢卷时, 为使色差不起眼, 我们一直建议与制造商共同进行施工管理。
- ②因是光干涉产生的着色, 会因季节、气候、时间带、观测角度等产生不同颜色的感觉。
有时因颜色关系, 下雨时会看上去完全是别的颜色。这点也是干涉色的特征。当然, 希望您能接受并欣赏这一颜色变化。

- ③氧化膜会因气候条件成长并发生颜色变化。
在本公司的产品中, 有最初是以膜厚薄的“黄色*1”交货的着色钛, 其氧化膜成长, 在约10年间, 变为紫色的事例。主要原因是因为生成出该颜色的氧化膜极薄, 还有是该范围很小。因此本公司向要求黄色的客户, 推荐氧化膜比较厚、颜色范围比较广的“黄色*2”。但是, 有时会有因使用环境的不同, 出现着色钛的颜色发生变化的情况, 请谅解。
*色相根据膜厚的变化, 从“灰色”变为“黄”、“紫”、“蓝”、“黄绿”、“黄”、“紫”、“绿”色。
- ④与其他金属一样会产生污垢, 也会附着指纹。有时因污垢, 看上去象是颜色发生了变化, 不过能用洗涤剂去除。但长期搁置不管的话, 会出现难以擦掉的情况。
洗涤时, 请使用中性洗涤剂或本公司推荐的洗涤剂。如使用强酸成分的洗涤剂, 表面的氧化膜会溶化, 出现无法修复到原来颜色的情况。(参照第15页)

3-1. 不易变色的钛建材的开发

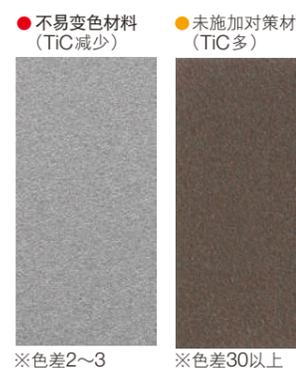
2004年度 日本金属学会 技术开发奖 专利第3566930号、3406898号]

本公司开发不易变色的钛建材，现已适用于包括着色在内的所有的建材产品（表面处理）。
在冲绳进行的四年曝露结果表明：即使在苛刻的环境下，本公司的不易变色的钛建材也只是发生甚微的变化。

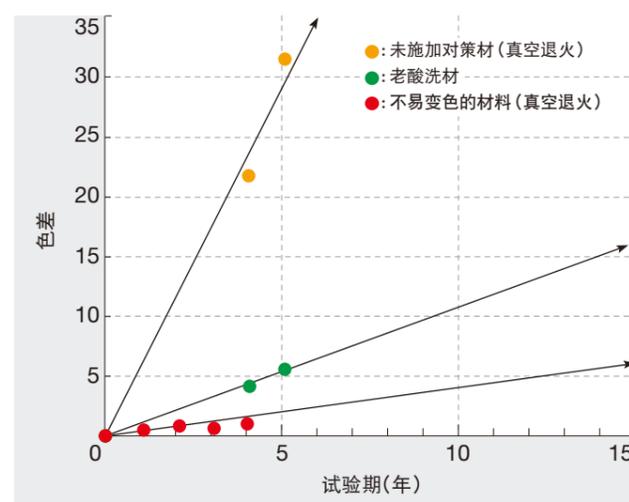
不易变色的钛建材的曝露试验

- 冲绳的酸雨值几乎是平均值 (pH4.8/2003)，但因高温多湿，在日本国内是最容易变色的地区之一。
- 酸雨在日本全国各地都是pH4.7左右 (2003年资料)。(注)pH5.6以下为酸雨。中性为7.0。

冲绳曝露试验



冲绳四年曝露试验结果



对不易变色钛建材进行着色后，耐变色性能显著提高。

不易变色钛建材的着色的适用

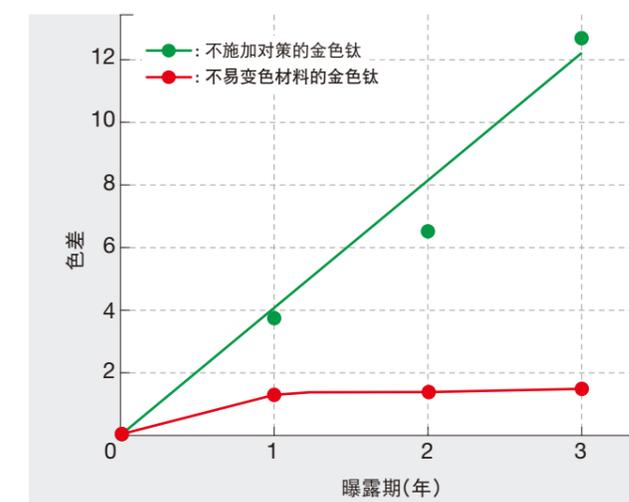
- 最容易变色的膜厚是淡金色 (黄色)，下面是冲绳的曝露结果。即使曝露三年，不易变色材料的色差变化甚微。
- 冲绳的座间味栈桥施工后经历了二年半，至今仍保持着金色。

冲绳县座间味栈桥



2002年竣工 (摄于2004年) “保持着薄膜厚的金色 (不易变色材料)”

以老材料和不易变色钛建材为基材的金色钛的冲绳曝露色差变化



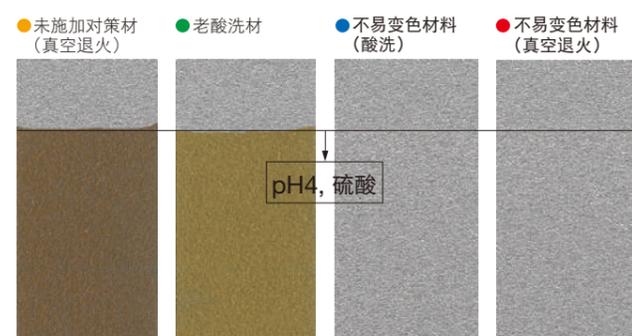
(注)上述的色差范围内，因色差和氧化膜厚度成比例关系，所以施加了对策的材料氧化膜成长不形成直线上升。

本公司确立了再现变色的促进试验的方法。

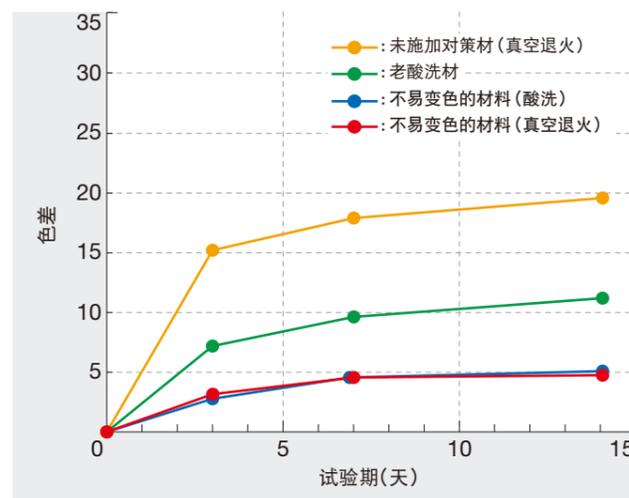
不易变色的钛建材，与未施加对策的材料对比的结果是颜色的变化小。

不易变色的钛建材的促进试验

促进试验的结果
(上部的1/5，是促进试验前的颜色)



真空退火以及酸洗的钛板的变色促进试验结果
(pH4硫酸、60°C)



不易变色钛建材的注意事项

- 本技术是通过延缓氧化膜在自然环境中的成长速度，推迟变色的速度，并不是阻止变色。
- 2000年以后施工的不易变色材料以及曝露试验的材料，目前颜色方面，不论是坯料还是着色都变化很小，保持着良好的状态。
- 在高温多湿的热带地区和严重的酸雨地带，有变色的可能。
- 钛和其他金属一样，会产生污垢或因指纹引起变色的感觉。只要进行适当的洗涤，就能去除污垢，但不能搁置过久，不然难以去除。

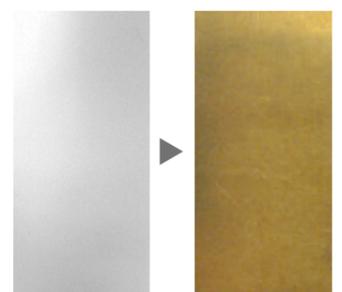
3-2. 不易变色的钛建材的开发

什么是变色现象?

进入1990年代后, 在这之前建设的一部分钛屋顶发生了由银色变成茶色的现象。

钛的表面形成着一层稳定的化学性氧化膜(不动态膜), 因其保护作用而拥有出色的耐蚀性。该表面氧化膜(厚度约 $0.01\mu\text{m}$)成长至 $0.03\sim 0.05\mu\text{m}$ 程度的厚度时, 原是银色的表面颜色, 因光的干涉色呈现成茶色。这种现象被称为钛的变色。(在耐蚀性能方面没问题)

变色的例子“试验片是老真空退火材(VA)”

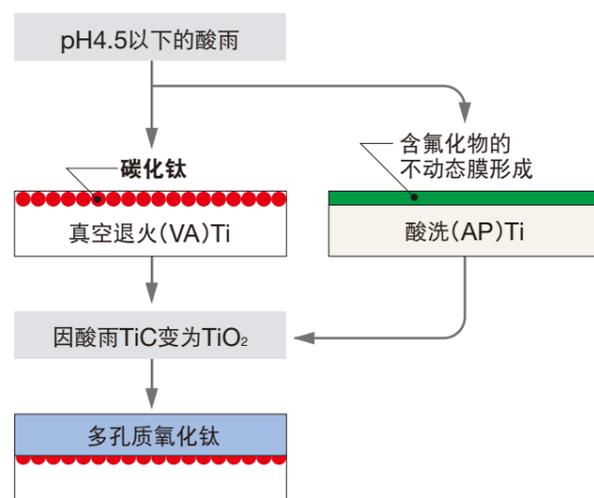


大气曝露前 在大分市曝露七年后

变色的规律

调查变色部分的结果表明, 变色部分的氧化膜中以及钛基体金属表面有微量的碳、氟残存。通过各种实验的结果, 了解到这些物资同酸雨反应, 促使氧化膜成长。气温越高这种现象越显著。

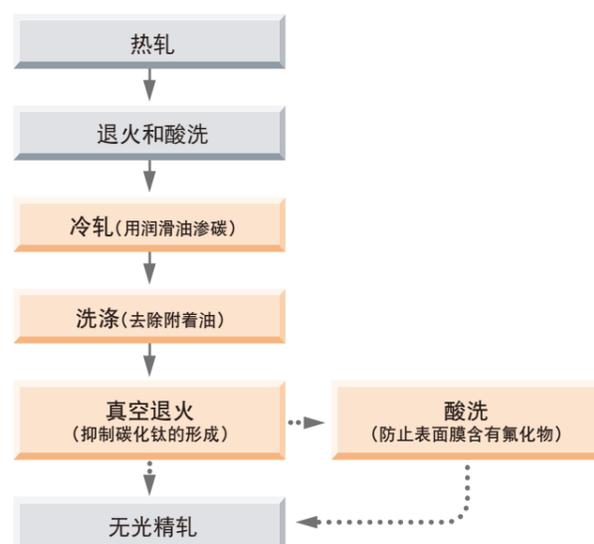
钛的变色结构(模式图)



不易变色的钛建材的开发

构成变色原因的碳, 是钛制造工序中的冷轧时使用的冷轧油中所含有的物质残存引起的。而氟化物是在冷轧后的酸洗时, 酸液所含有的物质残存引起的。对此, 本公司确立了从钛表面去除大部分碳和氟化物的制造技术。

钛冷轧板的制造方法(提高耐变色性的关键)



为了对如此制造的钛的变色性能加以评价, 我们开发了基于冲绳曝露试验以及变色规律的促进变色的试验方法, 并对此评价, 其有效性得到了确认。(参照第10页)

4. 批量间色差的减少

本公司向众多的大型建筑物提供了原材料。

在这过程中, 积累了通过大面积所需的数量, 缩小批量间色差, 进行生产的控制技术的基本诀窍。并且, 还能向屋顶和外装的施工公司提供批量管理*所必需的信息。

*批量管理

正如大家所知, 将金属坯料(未涂装)作为建筑材料使用时, 因制造批量不同, 会有微妙的颜色差异。钛也不例外。为了不因这个原因, 影响建筑物整体的风格, 一般按颜色接近的钢卷(钢板)依次施工, 使色差不引人注目。

成功地减少了色差的代表性例子

九州国立博物馆(17,000 m²)



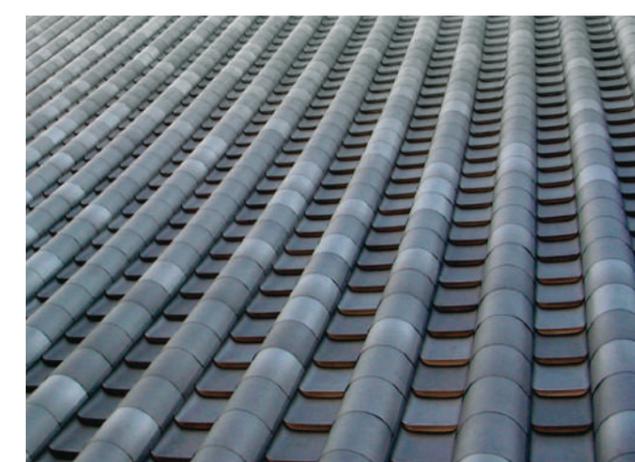
九州石油圆顶体育场(32,000 m²)



杭州大剧院(10,000 m²)



浅草寺宝藏门(1,080 m²)



为了显示出日本瓦的风格, 有意改变了光泽度, 用两种类型的氧化铝喷丸处理加以了施工。

5. 丰富的应用技术

[专利第3369352号、3362326号、3358699号、3505036号]

即使轧制成形，偏斜也小，保持了屋顶的意匠性。

加工时偏斜小的原材料的开发

- 钛在轧制成形时，有时会出现袋波(带凹陷)，对此我们不断地进行开发。
- 本公司在真空退火后，
 - ① 采用毛面辊进行平整道次的轧制。
 - ② 在钛板的边上预先加上波浪边。
 由此，大幅度减少了袋波的问题，开发得到了成功。

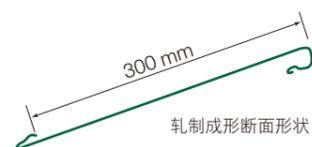
轧制成形后的形状(叠层铺设)



无波浪边⇒轧制成形



带波浪边⇒轧制成形



轧制成形断面形状

九州国立博物馆(三晃金属施工)



带波浪边⇒轧制成形(带凸缘)⇒接缝焊接

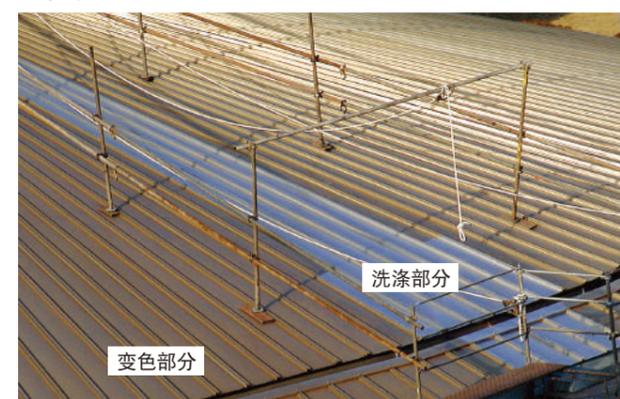


施工后的形状(焊接工法)

合适的洗涤剂的开发

关于清洗，我们建议按说明书用市销的洗涤剂进行。另外，本公司独自开发了三种洗涤剂，可以向您介绍制造厂家。我们还备有以变色还原为目的的强力洗涤剂——“Type(B), Type(C)”。但是，使用该类洗涤剂后，着色材回到坯料的颜色，因此请不要用于着色钛。

洗涤例



开发的洗涤剂

	变色原因	坯料	着色钛
Type(A)	铁锈、污垢等	○	○
Type(B)	轻微的变色(氧化膜的成长)	○	×
Type(C)	变色(氧化膜的成长)	○	×

※与其他金属一样，在屋顶等容易积水的地方污垢明显。并且，一直搁置不管会产生难以去除的情况。另外，涂料渗出引起的污迹，难以去除。我们建议从设计时起，就要对这些加以考虑。

保养方法

- ① 去除保护薄膜的剩余胶
用海绵或布块沾酒精、汽油、信纳水、酒精与甲苯或丙酮的混合溶液(按作用小的顺序)擦洗。在溶液还未干之间，用新的布条擦洗非常重要。
- ② 去除指纹迹和手垢引起的污垢
一般用中性洗涤剂或肥皂水都能擦洗掉。擦洗不掉时，使用有机溶剂(酒精、汽油等)。这时，需注意上述事项。
- ③ 去除因屋面材料和混凝土引起的污垢
用盐酸的5%稀释液擦洗。
- ④ 去除因脚手架材料的锌成分引起的污垢
用硝酸的15%稀释液擦洗。
- ⑤ 去除雨水、灰尘引起的污垢
一般用中性洗涤剂或肥皂水都能擦洗掉。擦洗不掉时，可用柔软布块沾含研磨粉的去污粉轻轻均一地擦洗，有时可以擦掉。

以上介绍了各种清洁保养方法，所有的方法，最后都要细致地进行水洗，不能有药液的残留。
- ⑥ 去除着色钛的污垢
请不要采用上述保养方法中用盐酸和硝酸或去污粉等的去污方法。如采用该类方法时，着色膜将受影响，致使不能修复到原状态。

保养上的注意事项

- ① 钛建材的污垢和变色的原因及状态，因情况不同而各不一样，需按不同的状况进行不同的清扫。不能一下子就进行全部清扫，先对一部分进行试擦洗，观察污垢去除和变色的情况。试验结果如满意的话，再用该方法进行全面的清扫。
- ② 使用布块、海绵、丝瓜筋、刷帚、刷子、网眼细的尼龙研磨薄片等清扫用具时，一定沿着钛的研磨孔平行擦洗并尽量用力平均。象画圈似地擦洗时，污垢不易去除，且破坏了表面的光泽线条及出现色差，表面会很不好看。
- ③ 即使污垢厉害，也请避免使用网眼粗的研磨粉或砂纸、钢丝棉等。不光破坏钛的光泽线条，还会损伤表面，造成形成污垢的原因。
- ④ 为去除钛污垢，使用市销的清洁药液时，不光要清洗污垢部分，并对周围部分加以清洗。只进行部分清洗时，会留下色差，变得很不美观。
- ⑤ 清扫大楼的瓷砖、大理石、铝等时，使用的清洁药液飞溅到钛表面时，务必用水清洗，擦洗干净。搁置不管时，会成为变色的原因。
- ⑥ 着色钛时，请在清洗前向制造厂商咨询。

(资料来源：日本钛协会)

钛建材的使用例

无光精轧 (ND20) 采用的是三菱化学的T.C.M.(Titanium Composite Material)

中国国家大剧院 (中国)
表面: 无光精轧 (ND20)
面积: 43,000 m²
重量: 65 tons
竣工: 2007年



©大西刚

Taipei Arenal是台湾首次正式使用钛的建筑物。

Taipei Arenal (台湾)
表面: 无光精轧 (ND20)
面积: 20,000 m²
重量: 50 tons
竣工: 2005年



杭州大剧院 (中国)
表面: 无光精轧 (ND20)
面积: 10,000 m²
重量: 15 tons
竣工: 2003年



本公司向Frank O. Gehry项目提供了特别有光泽的着色产品。

Hotel Marques de Riscal (西班牙)
表面: 无光精轧 (SD3)
面积: 2,400 m²
重量: 12 tons
竣工: 2004年



钛建材的使用例

九州石油圆顶体育场是最初适用不易变色钛建材的建筑物，采用了无光精轧（ND20）。

九州石油圆顶体育场
表面：无光精轧（ND20）
面积：32,000 m²
重量：80 tons
竣工：2001年



在世界遗产金阁寺的茶室，采用了氧化铝喷丸处理。

金阁寺茶室（常足亭）
表面：氧化铝喷丸处理（AD03）
面积：100 m²
重量：0.5 tons
竣工：2003年



JR函馆车站是首次正式将不易变色的钛建材采用于外墙板的建筑物。

JR函馆车站
表面：无光精轧（ND20）
面积：1,000 m²
重量：7 tons
竣工：2003年



浅草寺宝藏门的屋顶，是初次使用钛的瓦屋顶。并且，兽头瓦采用了本公司的优良加工性材料（Super-PureFlex）。

浅草寺宝藏门
表面：氧化铝喷丸处理（AD03, AD06）
面积：1,000 m²
重量：8 tons
竣工：2007年

● 2006年度 大谷美术馆奖
“钛制叠层瓦屋顶和兽头瓦”



钛建材的使用例

在滋贺县守山市“佐川美术馆”中新开设的乐吉左卫门馆的茶室屋顶，采用了氧化铝喷丸处理。

佐川美术馆的茶室(乐吉左卫门馆)
 表面: 氧化铝喷丸处理 (AD03)
 面积: 400 m²
 重量: 1 tons
 竣工: 2007年



宫地岳神社本殿屋顶采用了金色钛。

宫地岳神社
 表面: 无光精轧 (ND20), 着色: 黄金色
 面积: 220 m²
 重量: 0.86 tons
 竣工: 2010年



参考资料

表1. 金属稳定的次序

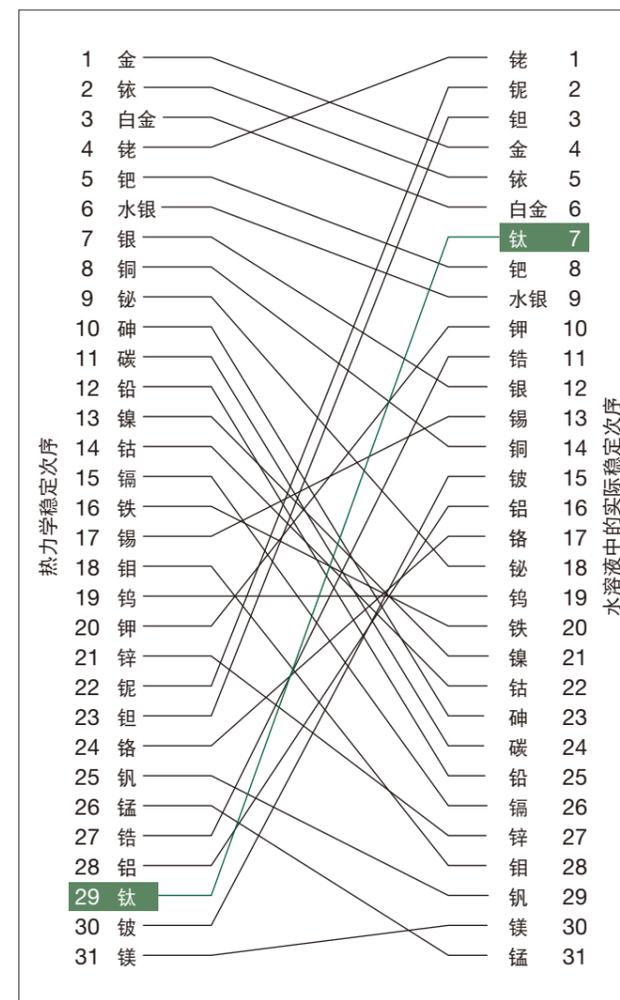
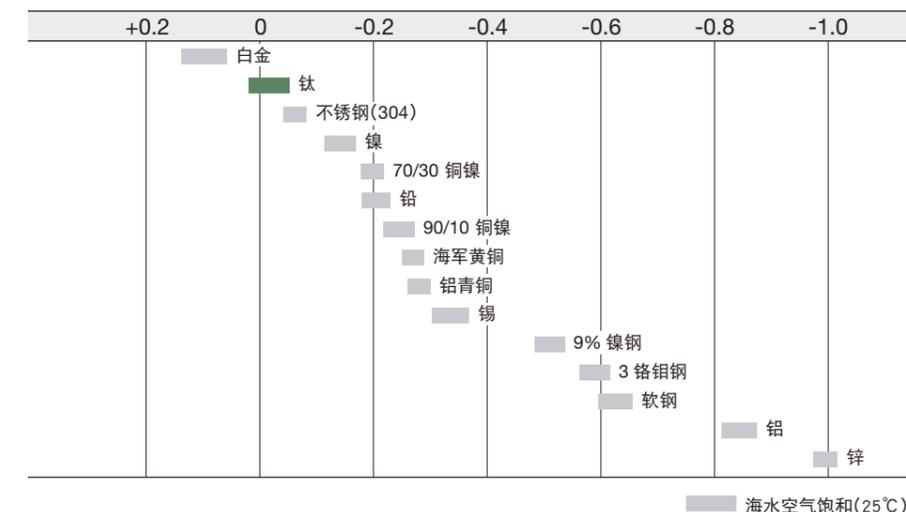


表2. 克拉克数(注)

次序	元素		存在比率(%)	累计
1	氧气	O	49.50	49.5
2	硅	Si	25.80	75.3
3	铝	Al	7.56	82.9
4	铁	Fe	4.70	87.6
5	钙	Ca	3.39	91.0
6	钠	Na	2.63	93.6
7	钾	K	2.40	96.0
8	镁	Mg	1.93	97.9
9	氢	H	0.87	98.8
10	钛	Ti	0.46	99.2
11	氯	Cl	0.19	99.4
12	锰	Mn	0.09	99.5
13	磷	P	0.08	99.6
14	碳	C	0.08	99.7
15	硫磺	S	0.06	99.7
16	氮	N	0.03	99.8
17	氟	F	0.03	99.8
18	铷	Rb	0.03	99.8
19	钡	Ba	0.02	99.9
20	锆	Zr	0.02	
21	铬	Cr	0.02	
22	锶	Sr	0.02	
23	钒	V	0.015	
24	镍	Ni	0.010	
25	铜	Cu	0.010	
26	钨	W	0.006	
27	锂	Li	0.006	
28	铈	Ce	0.005	
29	钴	Co	0.004	
30	锡	Sn	0.004	

(注) 克拉克值: 构成地壳上部元素的比率。
 源于美国地球化学专家F.W.克拉克。(出处: 化学大辞典)
 钛在构成地壳上部元素中处于第10位,
 在实用金属中, 仅次于铝、铁、镁处于第4位。

表3. 海水中的腐蚀电位(流动)



海水空气饱和(25℃)