腐食 · 電位列 · 異種金属 · 技術資料 · 公開

異種金属接触腐食と 材料の適合性

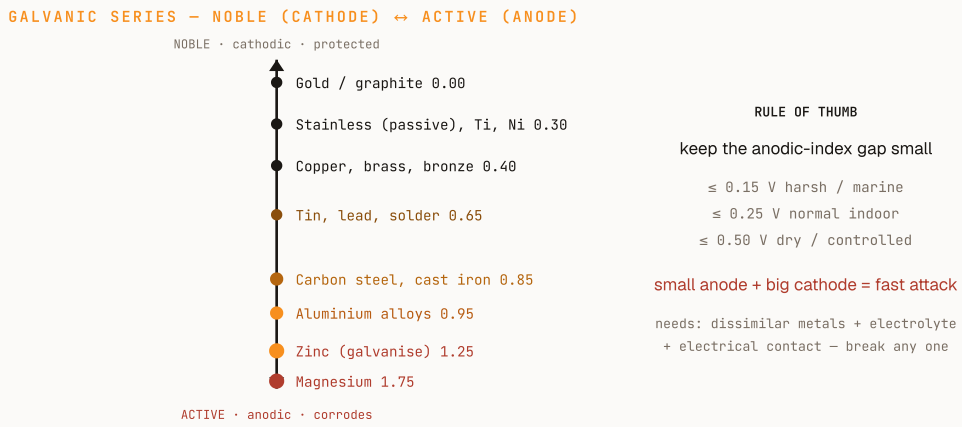
どの金属どうしなら接触させてよいか — 電位列とアノード指数のルール — に加え、その他の腐食形態と、それらを組立品から設計で排除する方法。

改訂	発行	作成	付属資料
1.0	June 2026	Ideambox エンジニアリング	PDF技術資料

概要

2種の異なる金属が電解質（湿気でさえ）の存在下で接触すると、より活性な金属が優先的に腐食する — これが異種金属接触腐食（ガルバニック腐食）である。異種材料を組み合わせた組立品で最も多く、かつ最も回避しやすい市場不具合の一つである。電位列といくつかのルールで、どの組合せが安全かを判断できる。

第1節では異種金属接触腐食を説明する。第2節は電位列／アノード指数、第3節は適合性のルール、第4節はその他の腐食形態を扱う。第5節は防食対策、第6節はチェックリストである。



電解質中で2種の金属を接触させると、より活性な（アノード側の）金属が腐食して貴な金属を守る。アノード指数の差を小さく保つこと — そして、大きなカソードに対する小さなアノードは急速に腐食することを忘れてはならない。

目次

1. 異種金属接触腐食
2. 電位列（アノード指数）
3. 適合性のルール
4. その他の腐食形態
5. 防食対策
6. チェックリスト

1. 異種金属接触腐食

異種金属接触腐食は**3つの条件が同時に**そろったときに起こる — どれか一つを取り除けば止まる：

1. **2種の異なる金属**（貴さが異なる）、
2. 両者をつなぐ**電解質**（海水、結露、さらには湿った空気）、そして
3. 両者間の**電気的接触**。

より活性な（アノード側の）金属がアノードとなり、単独の場合より速く腐食する。より貴な（カソード側の）金属は保護される。貴さの差が大きく、電解質の導電性が高いほど、腐食は速く進む。

アノード	より活性な金属 — 腐食する（材料が失われる）
カソード	より貴な金属 — 保護される
アノード指数	0（貴）→ 1.75（活性）の尺度で表した金属の貴さ。その*差*がリスクを示す
面積比	カソード面積／アノード面積 — 大きなカソードが小さなアノードを侵す場合が危険

2. 電位列（アノード指数）

貴（カソード側、保護される）から**活性（アノード側、腐食する）**の順に並べたもの — 接触する2金属間の指数の差がリスクを示す（MIL-STD-889 方式）：

金属	アノード指数（V）
金、白金、黒鉛	0.00
銀	0.15
ステンレス鋼（不動態）、チタン、ニッケル	0.30
銅、黄銅、青銅	0.40
すず、鉛、はんだ	0.65
ステンレス鋼（活性態）	0.50–0.85
炭素鋼、鋳鉄	0.85
アルミニウム合金	0.90–0.95
カドミウム	0.80
亜鉛（亜鉛めっきを含む）	1.25
マグネシウム	1.75

亜鉛とアルミニウムは意図的に**犠牲防食**に用いられる — 亜鉛めっきやジンクリッチプライマーは、自らが先に腐食することで鋼を保護する。ステンレス鋼は*不動態のとき*は貴であるが、よどんだ酸素不足のすきまでは活性側へ移行する。

3. 適合性のルール

アノード指数の差を、使用環境に応じたしきい値以下に保つ：

使用環境	指数差の上限
過酷／海洋／屋外	≤ 0.15 V
通常の屋内	≤ 0.25 V
乾燥／温湿度管理下	≤ 0.50 V

さらに**面積比**に注意する：*大きなカソード*に接する*小さなアノード*は急速に腐食する（例：大きな銅板に鋼製の締結部品 — 不可。大きな鋼板に銅製の締結部品 — はるかに問題が少ない）。締結部品は、締結する部品と同等以上に貴な金属とする。

4. その他の腐食形態

形態	原因	対策
全面腐食	全体的な酸化	被覆、塗装、より貴な合金、腐れ代
孔食	不動態皮膜への塩化物の攻撃（ステンレス鋼）	316／高Mo鋼種、液のよどみを避ける
すきま腐食	酸素不足のすきま（シール下、重ね継手）	すきまを封止／排除、排水
応力腐食割れ	引張応力 + 特定の環境	応力の低減、耐性合金、ショットピーニング
粒界腐食	鋭敏化したステンレス鋼溶接部（Cr炭化物）	低炭素（304L/316L）または安定化鋼種

5. 防食対策

- **適合する組合せを選ぶ**
  最も安価な対策は、許容される指数差の範囲内の金属を選ぶことである。

- 異種金属の組合せが避けられない場合は**絶縁する**：非導電性ガスケット、締結部品用の段付き絶縁ワッシャ／スリーブ、片面または両面の被覆（電気的経路を断つ）。

- **有利な面積比にする**
  アノードを大きく、またはカソードを小さくする。大きなカソード側部品に小さなアノード側締結部品を使ってはならない。

- **カソード側を被覆する**（直感に反するが正しい：アノード側の被覆欠陥は腐食を集中させる）。

- 大型構造物には**犠牲陽極**（亜鉛／マグネシウム）、電解質を遮断するには**腐食抑制剤／シーラント**を用いる。

- **排水**
  水たまりやすきまを設計段階で排除する。

6. チェックリスト

- **接触するすべての金属を列挙する**（締結部品、めっき・被膜、ばねを含む）。
- **電解質は？** 乾燥した屋内、高湿度、飛沫、浸漬／海洋。
- **指数差**
  各金属の指数を調べ、その差を使用環境の上限と比較する。
- **面積比**
  アノードはカソードに比べて小さくないか。締結部品は継手と同等以上に貴な金属とする。
- **適合しない場合：** 絶縁する（ガスケット／スリーブ／被覆）、材料を再選定する、または犠牲材を追加する
  そしてすきまや水たまりを設計で排除する。*熱処理・表面処理*および*材料*の資料と併せて使用する。

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/ja/downloads/galvanic-corrosion-chart/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact