

耐久性 Q-1

表面処理

耐用年数

状況調査

合成スラブ用デッキプレートの耐久性は、表面処理、使用地域等によって異なりますが、地域別の耐用年数の目安と、具体的な推定計算法を示してください。

耐久性 A-1

デッキプレートの耐用年数は、表面処理の状況、使用地域の大气汚染状態、使用部位等によって異なります。以下の2項と5項に推定計算法、3項に全国地域別の推定耐用年数、4項に「鋼製デッキプレートの表面状況調査」を参考にした推定年数の現実的評価手法を示します。

参考文献 1)「鉄骨造建築物の耐久性向上技術」監修：建設大臣官房技術調査室

2)「建築用軽量鉄骨（防錆法の解説）」鋼材倶楽部

3)「鋼製デッキプレートの表面状況調査」鋼材倶楽部編

1. 表面処理（対象は以下の4種類とします）

1) 塗装系

(1) さび止めペイント（JIS K5621）2回塗り

標準塗装デッキを想定し、現場での出荷時塗装の補修に加えて JIS K5621 1回塗り

(2) さび止めペイント（JIS K5621）1回塗り+合成樹脂調合ペイント（JIS K5516）上塗り2回

標準塗装デッキを想定し、現場での出荷時塗装の補修に加えて JIS K 5516 2回塗り

◆亜鉛めっき

(3) Z-12（JIS G3302）めっき付着量 片面 60 g/m^2

(4) Z-27（JIS G3302）めっき付着量 片面 138 g/m^2

2. 耐用年数推定計算の概要

〔耐用年数計算式〕

$$Y = Y_0 \times D \times B \times C \times M$$

ここで、 $D = DR \times DE$ 、 $B = BK \times BX$

Y：耐用年数の推定値（年）

塗装の場合はその塗装系が防錆効果を失う年数

亜鉛めっきにあつては全めっき厚の90%が消耗する年数

亜鉛めっき鋼板の上へ塗装した場合の耐用年数は、〔塗装〕と〔亜鉛めっき〕それぞれの耐用年数の和とします。

Y₀：標準耐用年数（年）

(1) さび止め2回塗り（塗料系 No.U-1【表5】）= 1年

(2) さび止め1回+合成樹脂調合ペイント2回塗り（塗料系 No.P-1【表6】）= 3.5年

(3) Z-12 亜鉛めっき、めっき付着量 片面 60 g/m^2 = 4.9年

(4) Z-27 亜鉛めっき、めっき付着量 片面 138 g/m^2 = 11.2年

D：劣化外力係数

(1) (2) の塗装仕様にあっては、「地域条件劣化係数 (DR)」と「環境条件劣化係数 (DE)」の積とします。

DR：各地域の条件に応じて表 7「地域条件劣化係数」をそのまま採用します。

DE：「非汚染地帯劣化係数 (=1.0)」、「汚染地帯劣化係数 (=0.8)」の 2 種類。

(3) (4) の亜鉛めっき仕様にあっては、図 1 のめっき年間腐食減耗量に応じた 4 種類（地域環境別劣化係数 $D=0.28, 0.55, 1.10, 3.66$ ）とします。

B：部位別係数

部位別設計用劣化係数は、「部位係数 (BK)」と「露出度係数 (BX)」の積とします。

BK：デッキプレートの使用形態から見て、表 9「部位係数」の母屋 BK10 を採用し、部位係数=0.95 の一定とします。

BX：露出状況に応じて表 10「露出度係数」をそのまま採用します。

[露出状況判断指針]

外部露出：屋外建造物の屋根下地に使われた場合の庇の先端など、常時雨水がかかり、湿潤～乾燥が繰り返される状態に適用します。

半露出：壁を張らない駐車場等の用途に適用します（垂れ壁あり）。

非露出：通常のビル建造物に適用します。

湿潤乾燥の繰返し：通常のビル建造物にあっては水配管、便器等と接するデッキプレート。（半露出の駐車場はデッキが梁よりハネ出し、先端に垂れ壁がない場合以外は常時乾燥）

C：施工管理係数

施工管理係数は 1.0 とします（正しい施工が行われること）

M：維持保全係数

維持保全係数 1.0 とします（竣工後の建築物の維持保全が良好であること）

引用文献 耐用年数の予測にあたっては、下記の文献における予測手法を引用した。

「鉄骨造建築物の耐久性向上技術」

監修：建設大臣官房技術調査室

編：（一財）国土開発技術開発センター建築物耐久性向上技術普及委員会

「建築用軽量鉄骨（－防錆法の解説－）」（参考）

また、塗装仕様の記号、予測計算の記号等についても上記文献中の記号をそのまま引用した。

3. 地域別、環境別のデッキ合成スラブ・デッキプレート防錆耐久性の予測

表-1 デッキ合成スラブ・デッキプレートの塗膜耐用年数（推定）

〔塗料系 No.U-1〕 錆止めペイント 2 回塗り 単位：年

露出度		外部露出	半露出		非露出	
地域・環境			常時乾燥	乾湿繰返	常時乾燥	乾湿繰返
沖縄、南西諸島	非汚染地域	0.7	2.0	1.3	4.0	2.0
	汚染地域	0.5	1.6	1.1	3.2	1.6
地域 1	非汚染地域	0.7	2.1	1.4	4.3	2.1
	汚染地域	0.6	1.7	1.1	3.4	1.7
地域 2	非汚染地域	0.8	2.3	1.5	4.6	2.3
	汚染地域	0.6	1.8	1.2	3.6	1.8
地域 3	非汚染地域	0.9	2.6	1.7	5.1	2.6
	汚染地域	0.7	2.0	1.4	4.1	2.0
太平洋側内陸	非汚染地域	0.9	2.7	1.8	5.4	2.7
	汚染地域	0.7	2.2	1.4	4.3	2.2
日本海側内陸	非汚染地域	1.0	2.8	1.9	5.7	2.8
	汚染地域	0.8	2.3	1.5	4.6	2.3

表-2 デッキ合成スラブ・デッキプレートの塗膜耐用年数（推定）

〔塗料系 No.P'-1〕 錆止めペイント 1 回塗り+ 合成樹脂調合ペイント 2 回塗り 単位：年

露出度		外部露出	半露出		非露出	
地域・環境			常時乾燥	乾湿繰返	常時乾燥	乾湿繰返
沖縄、南西諸島	非汚染地域	2.3	7.0	4.7	14.0	7.0
	汚染地域	1.9	5.6	3.7	11.2	5.6
地域 1	非汚染地域	2.5	7.5	5.0	15.0	7.5
	汚染地域	2.0	6.0	4.0	12.0	6.0
地域 2	非汚染地域	2.7	8.0	5.3	16.0	8.0
	汚染地域	2.1	6.4	4.3	12.8	6.4
地域 3	非汚染地域	2.9	9.0	6.0	18.0	9.0
	汚染地域	2.4	7.2	4.8	14.4	7.2
太平洋側内陸	非汚染地域	3.2	9.5	6.3	19.0	9.5
	汚染地域	2.5	7.6	5.1	15.2	7.6
日本海側内陸	非汚染地域	3.3	10.0	6.6	20.0	10.0
	汚染地域	2.6	8.0	5.3	16.0	8.0

地域 1：南九州太平洋、四国太平洋沿岸、近畿太平洋沿岸

地域 2：北海道太平洋、日本海沿岸、千葉・神奈川・中部太平洋沿岸、九州

地域 3：北海道・根室海峡、オホーツク沿岸、東北太平洋・日本海沿岸、関東・鹿島灘沿岸

瀬戸内海沿岸、各湾内沿岸

表-3 デッキ合成スラブ・デッキプレートの亜鉛めっき耐用年数（推定）

[Z-12 亜鉛付着量：片面 60g/m²]

単位：年

露出度		外部露出	半露出		非露出	
年間腐食量 g/m ² 地域・環境			常時乾燥	乾湿繰返	常時乾燥	乾湿繰返
腐食量 大	40	1.3	3.9	1.3	10.4	0.8
腐食量 やや大	20	2.6	7.7	2.6	20.4	2.0
腐食量 中	10	5.1	15.4	5.1	41.0	4.1
腐食量 小	3	17.0	51.1	17.0	136.2	13.6

表-4 デッキ合成スラブ・デッキプレートの亜鉛めっき耐用年数（推定）

[Z-27 亜鉛付着量：片面 138g/m²]

単位：年

露出度		外部露出	半露出		非露出	
年間腐食量 g/m ² 地域・環境			常時乾燥	乾湿繰返	常時乾燥	乾湿繰返
腐食量 大	40	3.0	8.9	3.0	23.8	2.4
腐食量 やや大	20	5.8	17.5	5.8	46.8	4.7
腐食量 中	10	11.7	35.1	11.7	93.6	9.7
腐食量 小	3	39.0	116.8	39.0	311.6	31.2

4. 「推定年数」と「鋼製デッキプレート表面状況調査」との比較

本文では「鉄骨造建築物の耐久性向上技術」を参照した推定法に基づき、Ⅲ）に種々の条件下での耐用年数推定値を算出したが、**添付資料「鋼製デッキプレート表面状況調査」**での合成スラブ用デッキプレート以外のデッキプレートの表面状況観察結果に比べて、本推定値はかなり控えめな値を与えています。

特に乾燥した部位にあつては「鋼製デッキプレート表面状況調査」では塗装系であっても長期にわたり良好な表面状態を保持しています。このことから合成スラブ用デッキプレートの表面処理仕様について以下の項目を提案します。

- 1) 通常の事務所ビルにあつては、常時乾燥状態とみなされる部位では塗装系①（錆止めペイント2回塗り）であっても十分な耐久性を保持します。
- 2) 通常の事務所ビルの結露とか湿潤が繰り返される部位（水道管、便器等と接する部分）は亜鉛めっきが望ましいが、塗装系デッキプレートを採用する場合は、当該スパンのデッキプレートにはより高級な塗装仕様とするか、十分な塗装メンテナンスを用意する事が望ましい。
- 3) 外部に露出し、結露などにより湿潤状態となる機会が多い部位（中廊下、渡り廊下、庇軒裏等）は、亜鉛めっきが望ましいが、やむをえず塗装系デッキプレートを採用せざるを得ないときは、計画的な塗装メンテナンスが必須です。
- 4) 亜鉛めっき（Z-27）のデッキプレートであっても、常時、結露、湿潤が考えられる箇所（プール天井等）では亜鉛めっきに別途塗装仕様を加えて検討すべきです。

5. 耐用年数推定計算

1) 耐用年数の推定方法

耐用年数の推定は下記による

$$Y = Y_0 \times D \times B \times C \times M$$

Y : 耐用年数の推定値 (年)

Y₀ : 標準耐用年数 (年) [項目 2 参照]

D : 劣化外力係数 [項目 3 参照]

B : 部位別係数 [項目 4 参照]

C : 施工管理係数 [項目 5 参照]

M : 維持保全係数 [項目 6 参照]

2) 標準耐用年数 Y₀ の設定

(1) 塗膜の標準耐用年数

鉄部材表面のそれぞれの仕様に対する標準耐用年数を表 5 および表 6 に示します。

表 5 塗膜の標準耐用年数例示 (錆止め用)

塗料系 No.	下塗り	中塗り	上塗り	標準耐 用年数
U-1	錆止めペイント (JIS K 5621) 2 回	—	—	1 年

表 6 塗膜の標準耐用年数例示 (素地: 表面無処理鋼材)

塗料系 No.	下塗り	中塗り	上塗り	標準耐 用年数
P'-1*	錆止めペイント (JIS K 5621) 1 回	合成樹脂調合ペイント JIS K 5516、1 種、 2 種 中塗り用	合成樹脂調合ペイン ト JIS K 5516、1 種、2 種 上塗り用	3.5 年

※引用文献 (鉄骨造建築物耐久性向上技術) の塗料系 No.P-1 に準拠して、下塗り塗料を一般錆止めペイントに置き換え、次の通り耐用年数を設定した。

U-1 : 一般錆止め (JIS K 5621) 2 回塗り 耐用年数 1 年

P'-1 : 一般錆止め 1 回塗り + 合成樹脂 2 回塗り 耐用年数 0.5 + 3 = 3.5 年

(2) 亜鉛めっき鋼材の標準耐用年数

亜鉛めっきの標準耐用年数 Y₀ (年) の算出

$$Y_0 \text{ (年)} = \text{片面亜鉛めっき付着量 (g/m}^2\text{)} \times 0.9 / 11 \text{ (g/m}^2\text{)}$$

算出に当たっては、亜鉛めっきの厚さが、平均 90%減少した状態をもって耐用限界に達したものとします。

3) 劣化外力係数Dの設定

劣化外力係数は、鉄部材表面の防食システムに応じて、以下に示すとおりとします。

(1) 塗膜の地域別・環境別設計用劣化係数

日本全土を諸島・沿岸と内陸とに 2 大区分し、さらに地域区分し、各々地域条件劣化係数、環境劣化係数を累積した値をもって塗膜の地域環境別設計用劣化係数とします。

$$D = DR \times DE$$

D : 塗膜の地域環境別設計用劣化係数

DR : 地域条件劣化係数 [表 7 参照]

DE : 環境条件劣化係数 [表 8 参照]

表 7 地域条件劣化係数

符号	地域	劣化係数
DR1	沖縄、南西諸島	0.70
DR2	1.南九州太平洋、四国太平洋沿岸 2.近畿太平洋沿岸	0.75
DR3	1.北海道太平洋、日本海沿岸 2.千葉・神奈川・中部太平洋沿岸 3.九州	0.80
DR4	1.北海道、根室海峡、オホーツク沿岸 2.東北太平洋、日本海沿岸 3.関東、鹿島灘沿岸 4.瀬戸内海沿岸 5.各湾内沿岸	0.90
DR5	太平洋側内陸	0.95
DR6	日本海側内陸	1.00

表 8 環境条件劣化係数

符号	地域	劣化係数
DE1	非汚染地帯	1.00
DE2	汚染地帯	0.80

(2) 亜鉛めっき鋼材の地域別・環境別設計用劣化係数

亜鉛めっき鋼材の地域別・環境別設計用劣化係数は、図 1 に示した地域別の年間腐食量により定めます。なお、図 1 において腐食度 a および b を示す範囲は、地形によって異なるが、原則として海岸線から 2km 内陸に入った地域を示します。

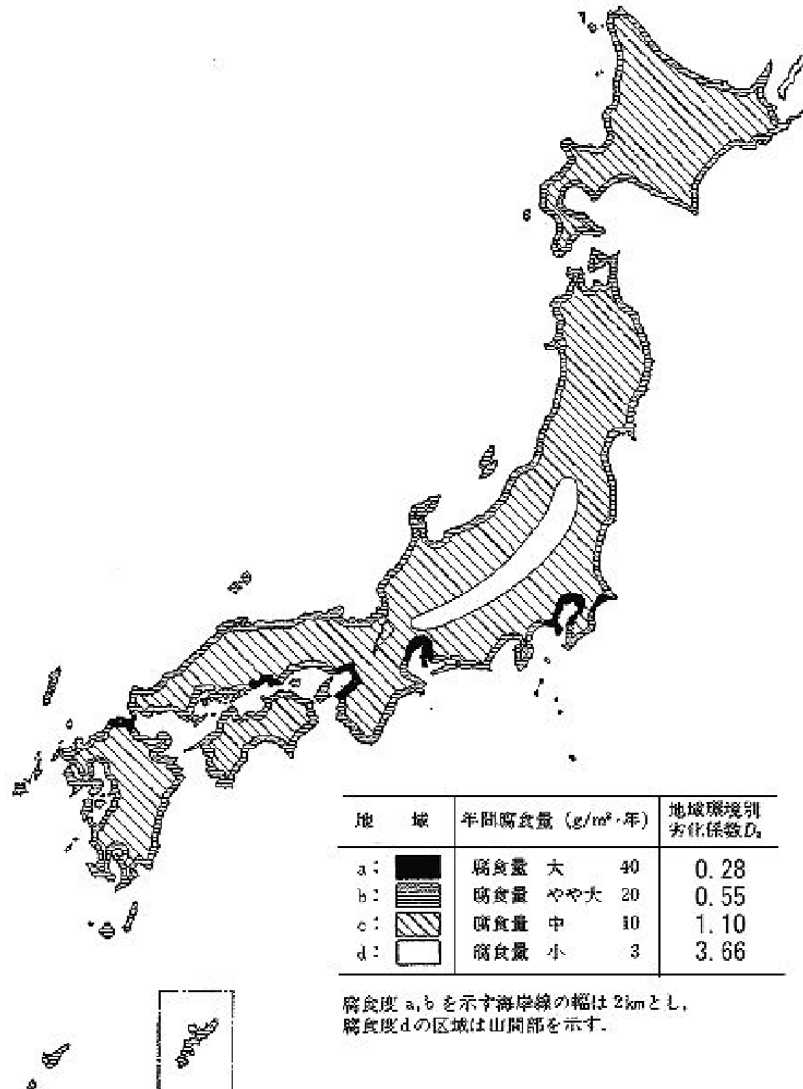


図 1 亜鉛めっきの劣化分布図

(3) 具体的減耗量が把握できる場合

近年公害対策が浸透したこともあって、本引用文献に示される腐食量通り観察されるケースは少なくなっています。その地区における亜鉛めっきの年間腐食減耗量が確認されている場合にあっては、地域環境別劣化係数は以下の算式によります。

地域環境別劣化係数 Dz の求め方

$$Dz = 11 \text{ (g/m}^2\text{)} \text{ / 地域の年間めっき消耗量 (g/m}^2\text{・年間)}$$

4) 部位別劣化係数 B の設定

合成スラブ・デッキプレートの防せい耐久性予測においては、使用状態から見て部位係数

〔BK10 母屋〕の数値を採用します。

部位係数は、鉄骨造建築物の部材・部位 BK と、それがおかれている状況・露出度 BX により算出します。

$$B = BK \times BX$$

B : 部位別設計用劣化係数

BK : 部位係数 (表 9)

BX : 露出度係数 (表 10)

表 9 部位係数 BK

符号	部材・部位名		部位係数	
			亜鉛めっき鋼材	塗膜
BK1	柱・間柱	柱脚部	1.20	1.30
BK2		本体	1.30	1.50
BK3	大ばり・小ばり	接合部	0.90	1.00
BK4		本体	1.00	1.00
BK5	軸組ブレース	接合部	0.90	1.00
BK6		本体	1.00	1.00
BK7	水平ブレース	接合部	0.85	1.00
BK8		本体	0.90	1.00
BK9	屋根トラス		0.95	0.95
BK10	母屋		0.95	0.95
BK11	胴縁		0.90	0.90
BK12	外部階段		0.80	0.80
BK13	鋼製土台		0.70	0.60

表 10 露出度係数 BX

符号	部材・部位名		亜鉛めっき鋼材	塗膜
BX1	外部露出		1.0	1.0
BX2	半露出	常時乾燥	3.0	3.0
BX3		湿潤、乾燥の繰返し	1.0	2.0
BX4	非露出	常時乾燥	8.0	6.0
BX5		湿潤、乾燥の繰返し	0.8	3.0
BX6	コンクリートとの境界面		1.0※	0.8※

※部材がコンクリートに接触している場合は、BX1～BX5 の露出度係数に 1.0 または 0.8 を乗じたものを露出度係数とします。

5) 施工管理係数 C の設定

施工管理係数は、鉄骨部材の施工計画および施工管理計画に基づき、表 11 に示すとおりとします。

表 11 施工管理係数

施工評価係数	施工管理係数
0.4～0.6	0.6
0.7～0.8	0.8
0.8～1.0	1.0
1.0～1.3	1.1
1.3～1.6	1.2

施工評価係数は、「施工係数」（引用文献参照）の値とします。

6) 維持保全係数 M の設定

維持保全係数は、建築物および部材に対する維持保全計画に基づき、表 12 に示すとおりとします。

表 12 維持保全係数

維持保全級係別※	維持保全係数
～0.1	0.8
0.3～0.4	0.9
0.5～0.95	1.0
1.0～1.5	1.1

※維持保全級別数値は引用文献参照のこと。

「参考資料」 報告書「鋼製デッキプレートの表面状況調査」

報告書 鋼製デッキプレートの表面状況調査

平成 3 年 12 月 13 日
財団法人 鋼材倶楽部
合成スラブ研究委員会

1. 目的

合成スラブ構造用デッキプレートについては、建築物に期待される耐用年限にわたって構造耐力を保持する必要がある。そこで、合成スラブとして長期耐久性を担保し得るデッキプレートの表面処理方法を検討するため、実際の建築物に使われたデッキプレート（捨て仮枠）の腐食状況を調査した。

2. 調査方法

調査は目視とし、表面状態に応じて次の評価表に従って 4 段階にランク分けした。このうち施工時点の貫いさびと判定されたものは、異常のない評価ランクに位置づけた。またランクについては、合成スラブとして使用された場合構造耐力上問題があると評価した。

調査対象となった 17 建築物（東京、大阪、和歌山、尼崎、神戸）は委員会各社が選定、それぞれ分担して調査にあたった。

デッキプレート表面状況調査基準

デッキの 表面処理	診断 グレード	判 定 基 準
無処理鋼板	I II III IV	さびの発生がほとんど無い。（施工時のもらいさびは残存。） 部分的にさびが認められる。（発せい面積率約 30%以下。） ほぼ全面がさびている。しかし板厚の減少はほとんどない。 さびがひどい。浮きさびの落下も認められる。 （合成スラブとしてみたときには構造耐力上、問題である。）
塗 装	I II III IV	さび及び塗膜の剥離ともほとんど無い。（施工時のもらいさびは残存。） 部分的にさび、塗膜剥離が認められる。（剥離面積率約 30%以下。） ほぼ全面で塗膜が剥離、さび層が認められるが、板厚減少はほとんどない。 さびがひどい。浮きさびの落下も認められる。 （合成スラブとしてみたときには構造耐力上、問題である。）
亜鉛めっき	I II III IV	ほとんど異常なし。（施工時の白さび、もらいさびが付着。） 部分的に白さびが発生している。（白さび面積率約 30%以下。） ほぼ全面に白さびが発生しているが、亜鉛めっきは十分残存している。 全面で亜鉛めっきが消耗しており、局部的には赤さびが進行中。 （合成スラブとしてみたときには構造耐力上、今後問題となる。）
耐火被覆	I II III IV	ほとんど異常なし。 耐火被覆が局部的に剥がれている。（被覆材剥離面積率約 30%以下。） ほとんどの耐火被覆が剥がれ、さび層が認められる。板厚減少ほとんどない。 さびがひどい。浮きさびの落下も認められる。

	(合成スラブとしてみたときには構造耐力上、問題である。)
--	------------------------------

3. 調査結果

合計 17 の建築物について、竣工後の経過年数と評価ランクを下図に示す。複数の表面処理が施されていたり、評価が異なる部位があった場合にはそれぞれ重複して表記した。

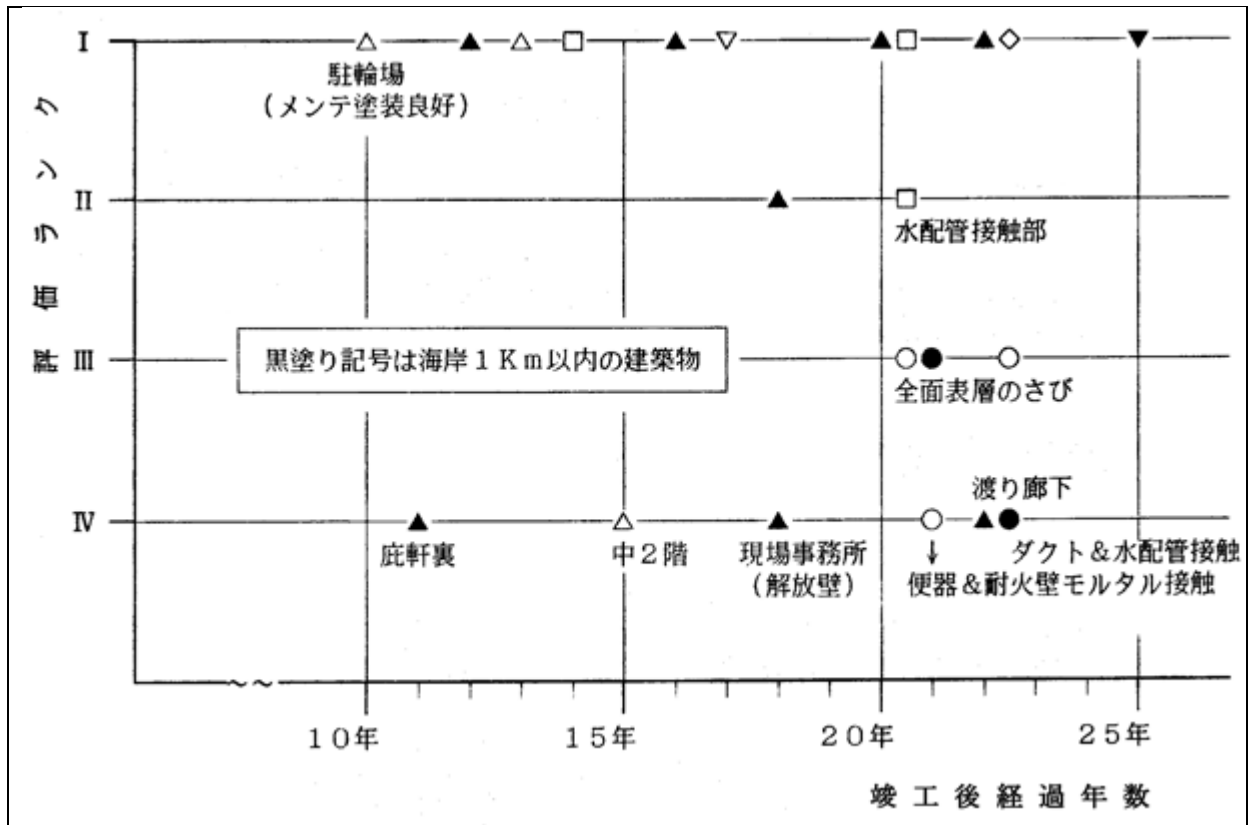
下図では表面処理の種類毎に記号で表記し、かつ海岸から 1km 以内に立地する建築物については、その記号を黒塗りで表した。

記号表記	○ 無処理
	△ さび止め&上塗り塗装
	▽ さび止め塗装
	□ 亜鉛めっき
	◇ 耐火被覆

なお特殊な環境については図中に注釈を付した。

特殊環境での観察例および代表的な事例については、調査時の写真を添付した。

デッキプレート表面状況調査結果



4. まとめ

- 1) 無処理の磨き鋼板を使用したデッキプレートであっても、空調されたビルの天井に隠れる部分にあっては、表面層のみ薄いさび層が発生しているものの、構造体として耐力上問題となるような腐食は認められなかった。しかし合成スラブ用デッキプレートとして考えた場合、ダクト、水配管、便器等に接触して結露が生じる部位もあるため、当然のことながら無処理使用は考えられない。
- 2) 塗装デッキの場合も、乾燥した天井裏にあっては評価ランクであったのに対し、結露とか湿潤する機会が多

い部位（中 2 階、渡り廊下、庇軒裏等）にあつては、構造耐力の問題ととらえれば採用不可と考えざるを得ない。

塗装による防せい対策を考える時、正しい施工と計画的なメンテナンスが必須であることは、調査例の歩道橋とその他結果からも明らかである。

なお今回の調査では、塗装仕様とさび発生を正確に把握できなかったが、結果からみて塗装系とか立地環境（海浜 or 工業地域等）より、むしろデッキプレートの使用される部位に影響される傾向の方が大きかった。

- 3) 亜鉛めっき鋼板使用の実例は 2 件だけであつたが、多少の結露環境にあつても白さび発生を限度に、その犠牲防食効果から母材の保護が可能と期待できる。

目的の項で述べたように合成スラブ用デッキプレートは、建築物の耐用年限にわたって構造耐力を保持すべき重要な部材であるので、以上の調査結果から判断して亜鉛めっき製品の使用が望ましい。

通常の屋内使用の場合、亜鉛付着量は Z12（120g/m²）で十分と考えられる。ただし、屋外使用の場合や結露、湿潤しやすい部位にあつては、Z27（275g/m²）の採用が望ましい

以上

デッキプレート状況調査 参考写真（その 1）

駐車場 築後 10 年
（市街地）
＜塗装＞
〔診断グレード I 〕

（過去 2 回再塗装）



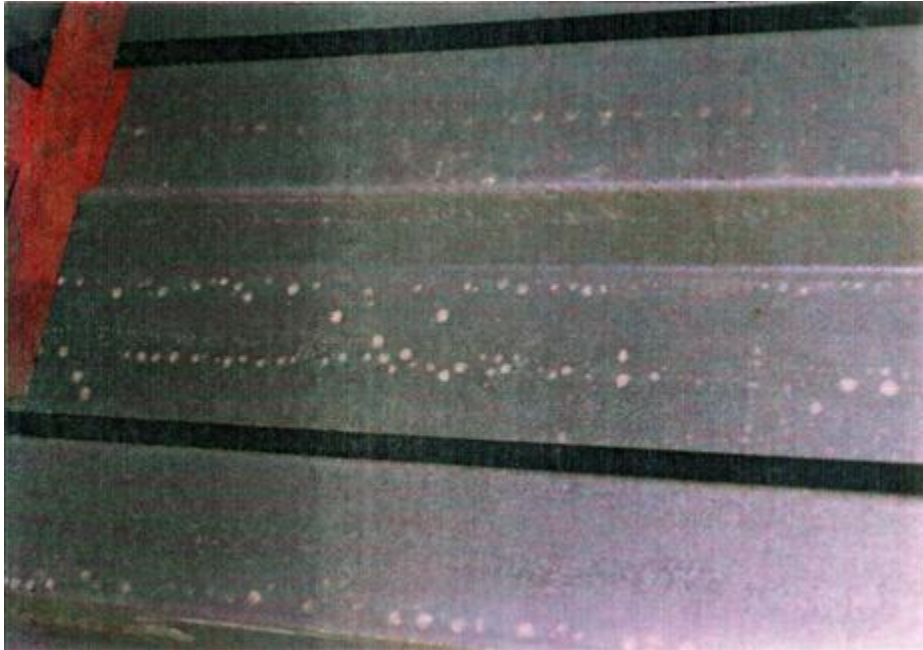
デッキプレート状況調査 参考写真（その 2）

屋外トイレ 築後 11 年
（海岸 1km 工業地域）
＜塗装＞
〔診断グレード IV〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その3）

ビルディング 天井裏 築後 14 年
（市街地）
＜亜鉛めっき＞
〔診断グレード I 〕
（施工時の白さびのみ）



デッキプレート状況調査 参考写真（その4）

某事務所 中2階 築後15年

（工業地域）

<塗装>

〔診断グレード IV〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 5）

某事務所 解放壁天井裏 築後 18 年
（海岸 1km 工業地域）

<塗装>

〔診断グレード IV〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 6）

ビルディング 天井裏 築後 20 年
（市街地）
＜亜鉛めっき＞
〔診断グレード I〕



同上ビルディング 天井裏
トイレ脇のシャフト部
〔診断グレード II〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 7）

ビルディング 天井裏 築後 20 年
（市街地）
＜磨き銅板無処理＞
〔診断グレード Ⅲ〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 8）

ビルディング 天井裏 築後 21 年
耐火壁との取り合い部
（市街地）
＜磨き鋼板無処理＞
〔診断グレード IV〕



同上ビルディング 天井裏
トイレ便器廻り
〔診断グレード IV〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 9）

某事務所 天井裏 築後 18 年
（海岸 1km 市街地）
＜塗装＞
〔診断グレード I〕



同上某事務所 渡り廊下
〔診断グレード IV〕
（過去数回再塗装）

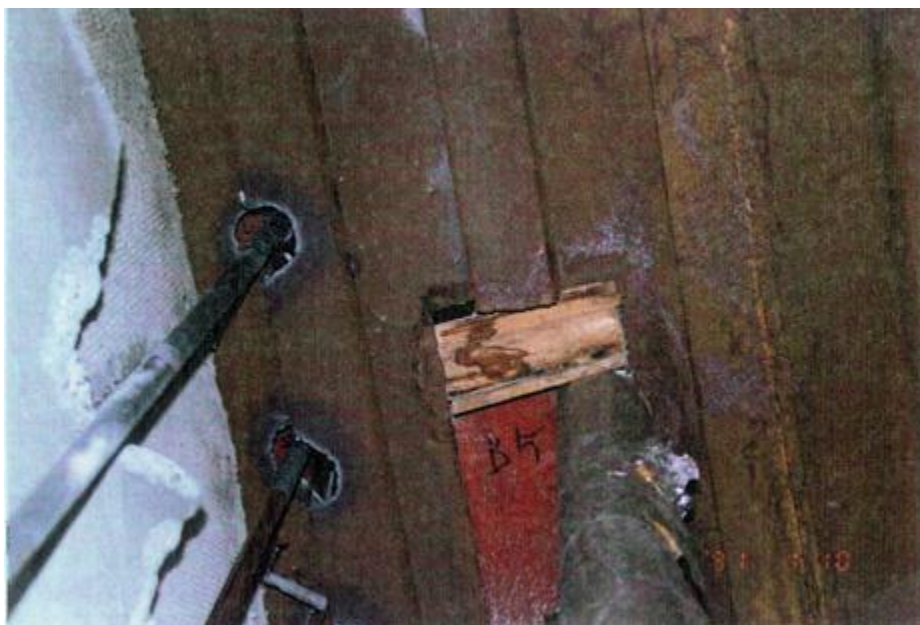


デッキプレート状況調査 参考写真（その 10）

ビルディング 天井裏 築後 22 年
ダクトとの取り合い部
（市街地）
＜磨き鋼板無処理＞
〔診断グレード IV〕



同上ビルディング 天井裏
配管貫通部
〔診断グレード IV〕



デッキプレート状況調査 参考写真（その 11）

某事務所 天井裏 築後 25 年

（海岸 1 Km 工業地域）

＜さび止め塗装＞

〔診断グレード I〕

