

国内初！国土交通大臣認定取得溶融亜鉛めっき鉄筋



シルバー認定鉄筋

鋼種：SD295AG D10～D32 SD345G D10～D38

コンクリート構造物の長寿命化に貢献！！
溶融亜鉛めっき鉄筋の有効性について



拓南製鐵株式会社

2020.5.18

シルバー鉄筋とは？



溶融亜鉛めっきが施された異形鉄筋。

国内で初めて、国土交通大臣認定を取得した溶融亜鉛めっき鉄筋。

【鋼種】	【サイズ】	【長さ】
SD295AG	D10～D32	5.5m～9m
SD345G	D10～D38	5.5m～9m



← 県産品マークも取得済み

溶融亜鉛めっきの耐食性の特徴

溶融亜鉛めっきは大気中、および土壌中で耐食性がすぐれているということから鉄鋼の防食手段として広く利用されています。

溶融亜鉛めっきがすぐれた耐食性を示すのは、主に次の二つの大きな特徴があるからです。

(1) 緻密な保護皮膜作用

亜鉛めっき表面に緻密なさびの薄膜が形成され、この緻密なさびの薄膜が強力な保護皮膜となって、その後の腐食の進行を防ぎます。

この現象を鉄素地の場合と比較すると図1のようになります。

一般に腐食速度は使用環境、使用期間によって異なります。

たとえば、条件の厳しい海岸地帯での亜鉛と鉄の腐食速度を比較すると図2のようになります。

(2) 犠牲的防食作用

亜鉛めっき皮膜になんらかの理由でキズが生じた場合、周囲の亜鉛が陽イオンとなって電気化学的に保護する犠牲的防食作用により、鉄の腐食を抑制します。この鉄に対する犠牲的防食作用は、亜鉛特有のものであります。

この現象を塗装で赤さびが発生する場合と比較すると図3のようになります。

図1. 亜鉛と鉄のさびの相違

	亜鉛の場合	鉄の場合
素地	Zn	Fe
さび生成	さび $Zn(OH)_2$ Zn (緻密なさびの薄膜が生成)	さび $Fe(OH)_2$ Fe (粗なさびが生成)
さび生成	さび $[ZnO \cdot nH_2O]$ Zn (緻密なさびの薄膜が強力な保護皮膜となっています。)	さび $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ Fe (鉄のさびは多孔質であり保護能力は少ないので酸化がどんどん進行します。)

図2. 海岸地帯における亜鉛と鉄の腐食速度

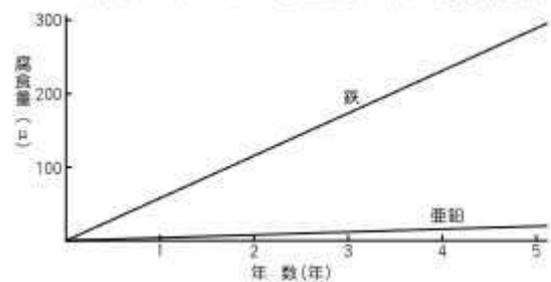


図3. キズが生じた場合の亜鉛めっき皮膜と塗装皮膜の腐食状態

	溶融亜鉛めっき	塗装
素地	Zn Fe	塗膜 Fe
キズが生じた状態	Zn Fe	塗膜 Fe
腐食状態	Fe (亜鉛の犠牲的防食作用により鉄は腐食されません。)	さび 塗膜 Fe (粗い鉄さびにより塗膜が大きく破れ更に腐食が進行します。)

溶融亜鉛めっき皮膜の組織

溶融亜鉛めっき皮膜の断面を顕微鏡で見ると、鉄と亜鉛の反応で形成された金属間化合物の合金層と合金層の上に付着する亜鉛層の二つの層から成っています。

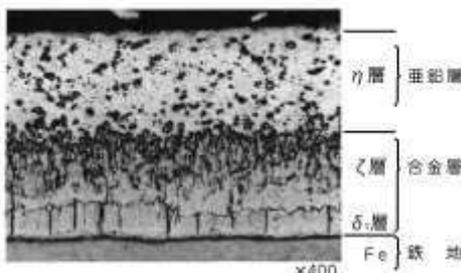


写真1. 溶融亜鉛めっき皮膜断面顕微鏡組織

通常めっき条件で見られる溶融亜鉛めっき組織は、鉄地に近い方からδ(デルタワン)合金層、次にζ(ツェータ)合金層とその上に溶組成と同じη(イータ)亜鉛層の三層から成っております。

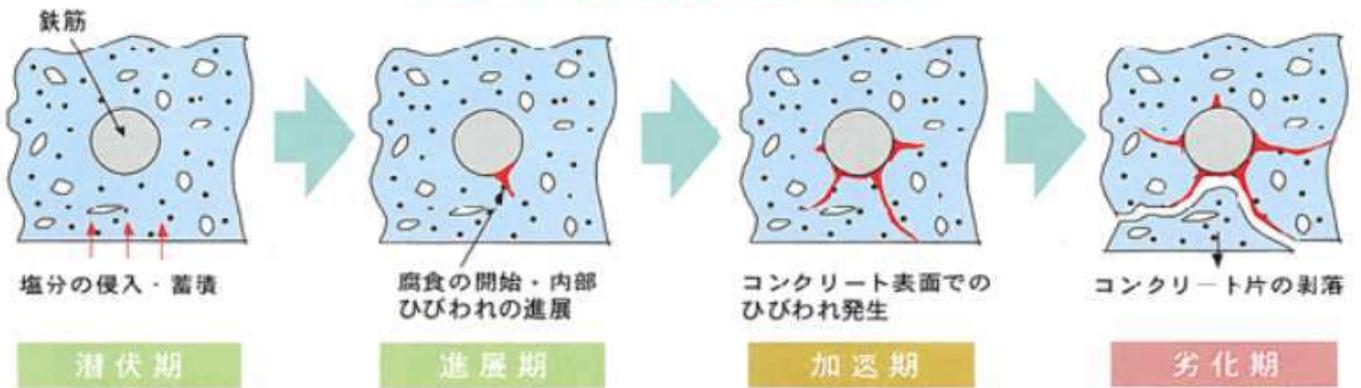
δ(デルタワン)層: 通常鉄地に接して存在する層で緻密な組織を示し、複雑な立方晶系の構造で、塑性、延性に富んでいるのが特長です。FeZnという化合物と考えられ、鉄含有量は7~11%であります。

ζ(ツェータ)層: 最も顕著なもので単斜晶系に属し柱状組織を示します。FeZn₁₀という化合物と考えられ、鉄含有量は6%程であります。

η(イータ)層: 最上部の亜鉛層で精密立方晶系に属し、軟らかく展延性に富み変形加工を受けても破れることはありません。亜鉛純度98.5%以上であります。この他、鉄地に接近した部分でγ(ガンマ)層が生成されることもありますが、非常に薄い層なので通常認められません。

コンクリート構造物の塩害劣化とは？

塩害による腐食劣化進行過程



コンクリート構造物の塩害とは、コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンの存在により促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートにひび割れやはく離を引き起こしたり、鋼材の断面減少などを伴うことにより、構造物の性能が低下し構造物が所定の機能を果たすことができなくなる現象のことです。

劣化を促進する塩化物イオンは、海水や凍結防止剤のように構造物の外部環境から供給される場合と、コンクリート製造時に材料から供給される場合があります。



コンクリート構造物の耐久性を損なうだけでなく、安全面から見てもコンクリート片が頭上に落ちてきたら危ない

建築工事標準仕様書・同解説

JASS5

鉄筋コンクリート工事

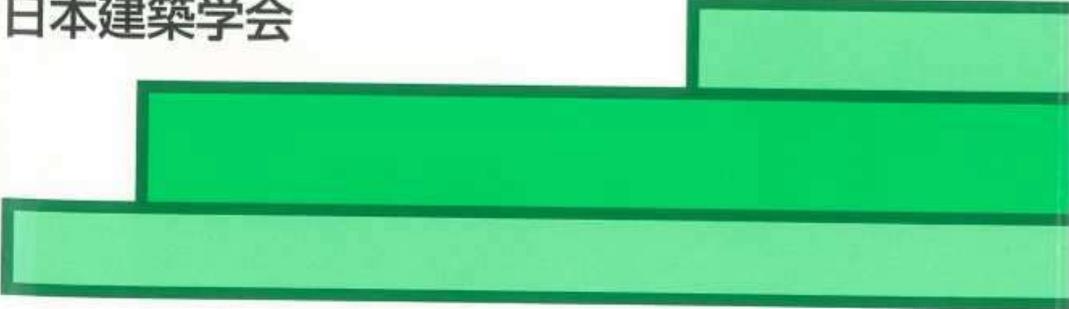
建築工事標準仕様書・同解説

JASS 5

鉄筋コンクリート工事

2018

Japanese
Architectural
Standard
Specification
日本建築学会



建築工事標準仕様書の中に塩害地域における工事について記載があります。

建築工事標準仕様書・同解説
JASS5 鉄筋コンクリート工事 2018より抜粋

25節 海水の作用を受けるコンクリート

25.1 総則

- a. 本節は、海岸地域に建設する建築物の海水に接する部分に使用するコンクリート、直接波しぶきを受ける部分に使用するコンクリートおよび飛来塩分の影響を受ける部分に使用するコンクリートに適用する。適用箇所は特記による。
- b. 塩害環境の区分は、重塩害環境、塩害環境および準塩害環境とする。海水に接する部分で潮の干満を受ける部分、および波しぶきを受ける部分は重塩害環境、海水に接する部分で常時海中にある部分は準塩害環境とし、飛来塩分の影響を受ける部分は、飛来塩分量に応じて表25.1によって区分する。

表25.1 飛来塩分量による塩害環境の区分

塩害環境の区分	飛来塩分量 ⁽¹⁾ (NaCl)	地域と立地条件の例 ⁽²⁾
重塩害環境	25mddを超える	・日本海側、 沖縄県全域 、伊豆諸島・奄美諸島等の離島部などの地域で、 汀線から20m程度 の範囲
塩害環境	13mddを超え25mdd以下	・日本海側、 沖縄県全域 、伊豆諸島・奄美諸島等の離島部などの地域で、 汀線から20～70m程度 の範囲 ・東北地方の太平洋側の地域で、汀線から20m程度の範囲
準塩害環境	4mdd以上13mdd以下	・日本海側、 沖縄県全域 、伊豆諸島・奄美諸島等の離島部などの地域で、 汀線から70～150m程度 の範囲 ・東北地方の太平洋側の地域で、汀線から20m～100m程度の範囲 ・オホーツク海側、太平洋側、九州地方の東シナ海側の地域で、汀線から50m程度の範囲

[注] (1) mddは、飛来塩分量の単位mg/dm²/day の意味で、1dm=0.1mである。

(2) 建築物が遮蔽物で囲まれて海に面していない場合、重塩害環境は塩害環境に、塩害環境は準塩害環境に、準塩害環境は海水の作用を受けるコンクリートの対象外と考えてよい。

- c. 海水および飛来塩分の作用を受ける構造体の計画供用期間の級は、塩害環境においては短期、準塩害環境においては短期、標準または長期を原則とし、特記による。
- d. 重塩害地域に位置する場合、塩害地域に位置して計画供用期間の級を標準、長期または超長期とする場合および準塩害地域に位置して超長期とする場合は、建築物の計画供用期間中に著しい劣化が生じないか、または容易に維持管理ができる構造になっているものとする。

沖縄県全域で汀線からの距離に応じて、塩害環境に区分される。

建築工事標準仕様書・同解説
JASS5 鉄筋コンクリート工事 2018より抜粋

25.3 品質

- a. コンクリートは、計画供用期間内に海水または飛来塩分の作用によって鉄筋腐食が生じないものとする。
- b. 塩害環境または準塩害環境に位置し、海水および飛来塩分の影響を受ける部分の最小かぶり厚さおよびコンクリートの耐久設計基準強度は、特記による。特記のない場合は、表25.2による。

表25.2 最小かぶり厚さと耐久設計基準強度

塩害環境の区分	計画供用期間の級	最小かぶり厚さ (mm)	耐久設計基準強度 (N/mm ²)	
			普通ポルトランドセメント	高炉セメントB種
塩害環境	短期	50	36	33
		60	33	30
準塩害環境	短期	40	30	24
		50 (1)	24 (1)	21 (1)
	標準	40	36	33
		50	33	30
		60 (1)	30 (1)	24 (1)
	長期	50	36	33
60 (1)		33 (1)	30 (1)	

[注](1) 海中にある部分に適用する。(地上部へも適用可能)

- c. 重塩害環境に位置する場合、塩害環境に位置して計画供用期間の級を標準、長期または超長期とする場合および準塩害地域に位置して超長期とする場合の塩害対策は、次の(1)～(3)のいずれか、またはその組み合わせによるものとし、特記による。
 - (1) コンクリート表面に塩化物イオンの透過性が小さい表面被覆材を施し、コンクリート中への塩化物イオンの浸透を抑制する。
 - (2) 鉄筋を防錆処理する。または耐食鉄筋を使用する。
 - (3) その他特殊な鉄筋腐食抑制方法を採用する。

なお、(1)～(3)については、その効果が確かめられた方法を用いる。

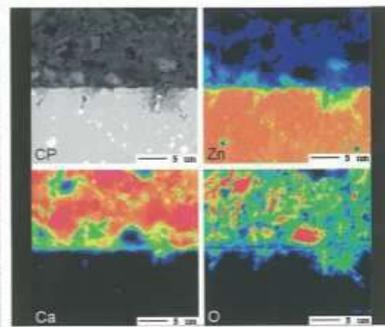
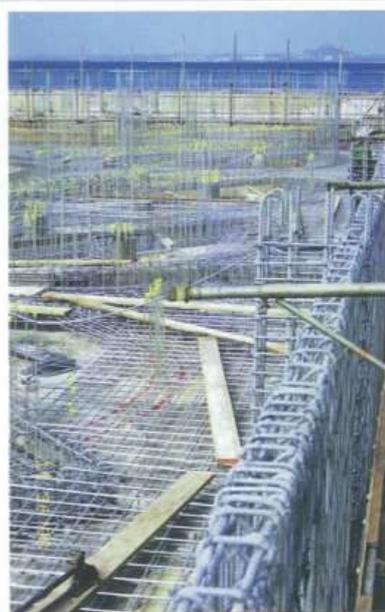
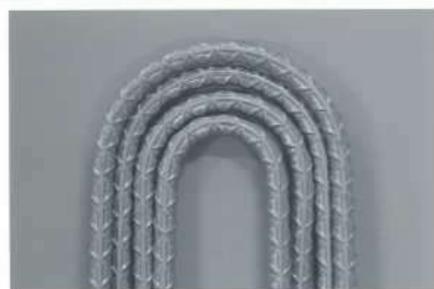
- d. 重塩害環境、塩害環境および準塩害環境に位置し、海水および飛来塩分の影響を受ける部分のコンクリートの許容ひび割れ幅は、0.2mmとする。

亜鉛めっき鉄筋を用いる コンクリート構造物の設計・施工指針(案)

154

コンクリートライブラリー

亜鉛めっき鉄筋を用いる コンクリート構造物の設計・施工指針(案)

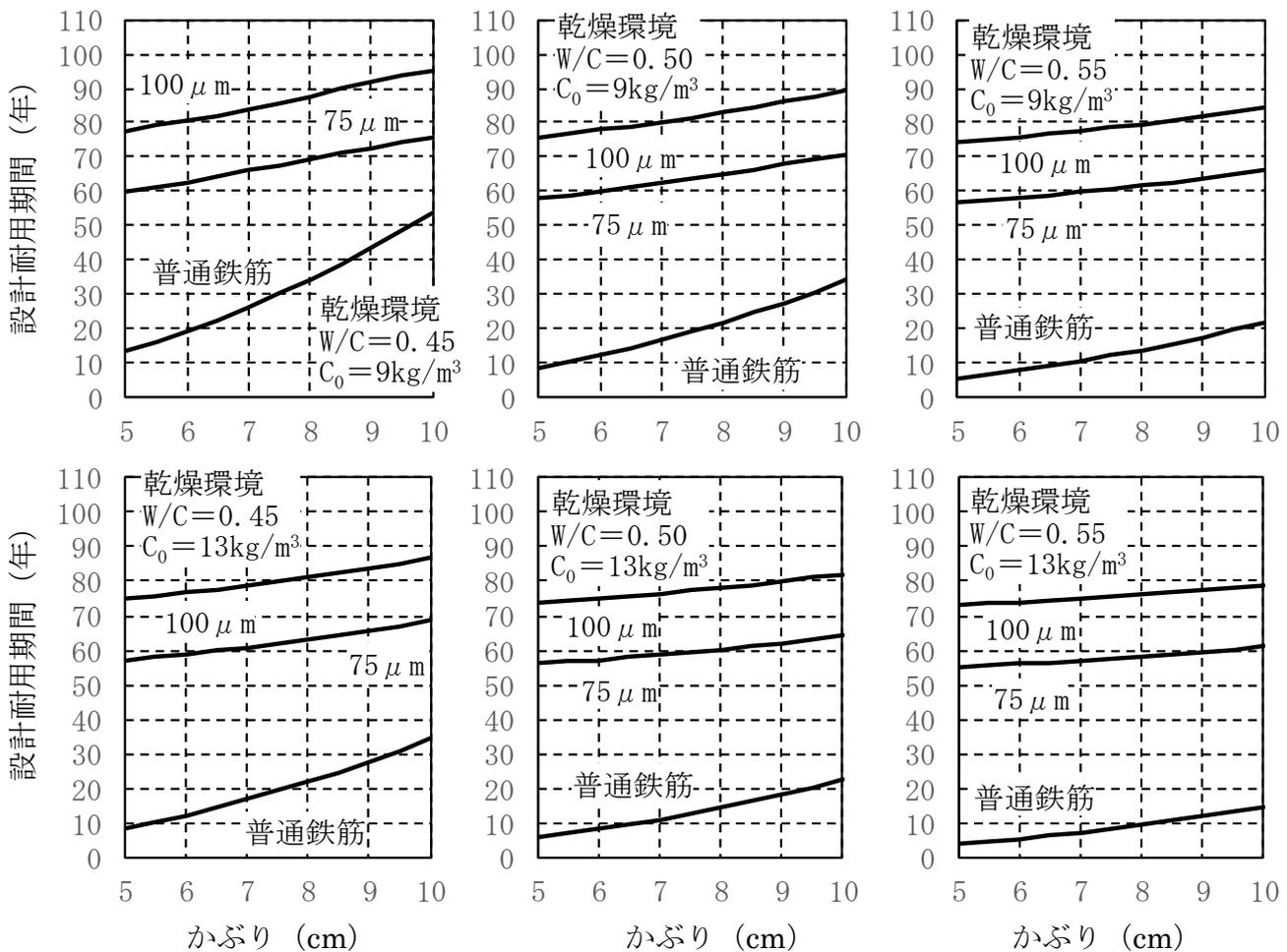


土木学会

平成31年3月31日 公益社団法人土木学会から
亜鉛めっき鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計・施工
指針(案)が発行されました。

亜鉛めっき鉄筋を用いる コンクリート構造物の設計・施工指針(案)

3章 耐久性照査より抜粋



亜鉛めっき膜厚が75μmおよび100μmの時の設計耐用期間の計算例
(環境:乾燥環境、セメント:OPC)

参考:亜鉛めっき付着記号HDZ55 → 付着量550以上(g/m²)、平均めっき膜厚76以上(μm)

亜鉛めっき鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計・施工指針(案)で普通鉄筋よりも耐食性が高い事が記載されております。

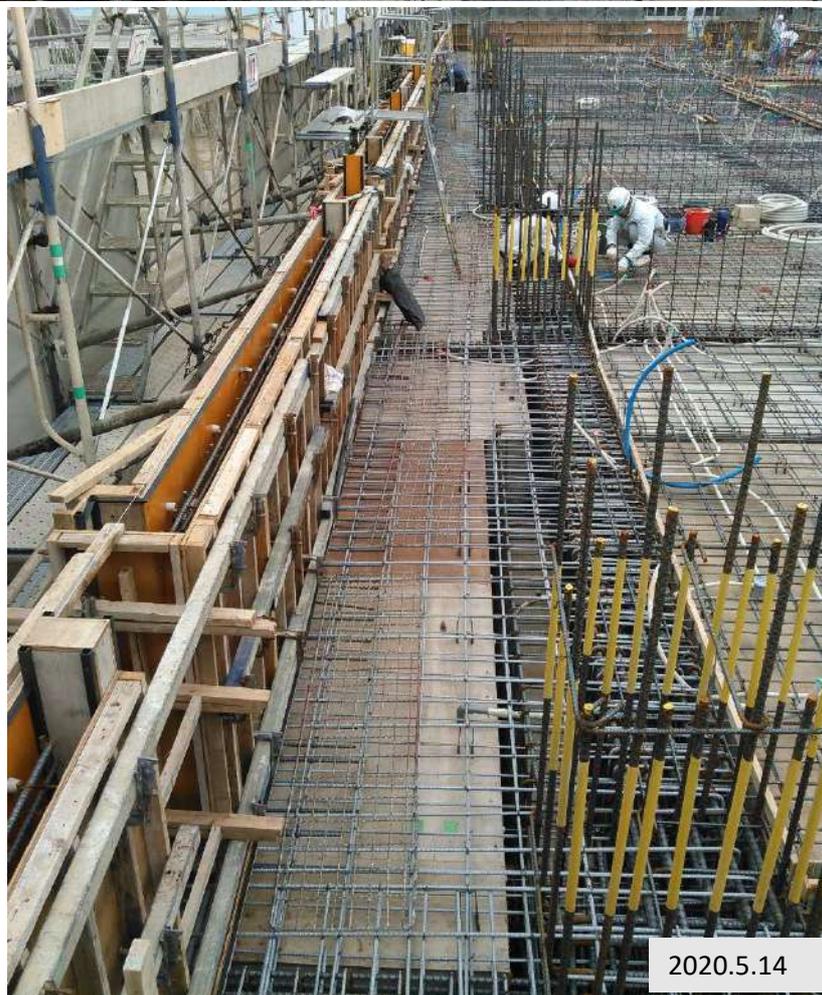
亜鉛めっき鉄筋を用いる コンクリート構造物の設計・施工指針(案)より 国内における溶融亜鉛めっき鉄筋の施工実績(抜粋)

N o	構造物の 使用箇所	構造物の名称	竣工 時期	供用 期間	管理者	使用量 t
1	棧橋	電々公社尾道海底線棧橋	1971年	—	日本電信電話公社	—
2	筒身	竹原製煉所高煙突	1977年	41年	三井金属鉱業	300
3	基礎	首里城正殿	1990年	28年	沖縄総合事務局	30
4	躯体	嘉手納基地米軍住宅	1991年	27年	防衛施設局	100
5	躯体	海洋記念公園マナティ館	1992年	26年	沖縄総合事務局	80
6	上部工	南原原高架橋	1994年	24年	沖縄総合事務局	20
7	水槽基礎	栽培漁業センター	1997～ 1999年	22～ 20年	沖縄県	415
8	ベランダ	那覇空港ターミナル	1997年	22年	国土交通省	110
9	護岸	山中造船渠口部護岸	2014年	4年	山中造船	20
10	ベランダ・廊下	稲嶺原市営住宅 (津波避難場所に指定)	2017年	1年	糸満市	14



稲嶺原市営住宅A棟建設工事に採用(沖縄県 糸満市)
津波避難場所に指定されている事もあり、塩害に強い構造物を意識しての採用。
採用箇所はベランダ・廊下部分

シルバー鉄筋採用現場



第一市営住宅建設工事(沖縄県 糸満市)
海に近い建築場所でもあり、塩害に強い構造物を意識しての採用。
採用箇所は外側に面しているベランダ・廊下・階段部分。

シルバー鉄筋採用現場



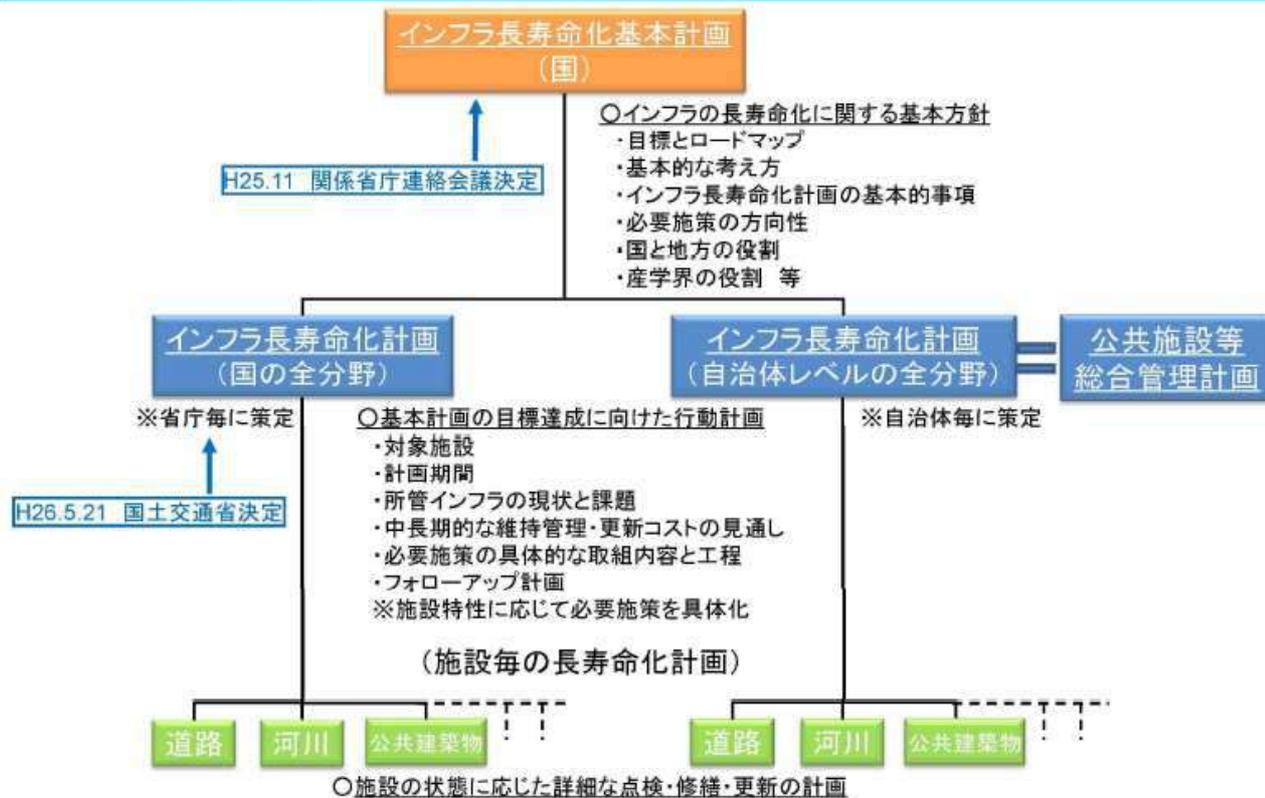
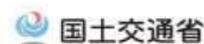
本部港立体駐車場 基礎部分(沖縄県 本部町)



許田地区交通安全対策工事 浄化槽(沖縄県 名護市)

公共施設などの長寿命化の方針 (国土交通省HPより抜粋)

インフラ長寿命化に向けた計画の体系(イメージ)



出典：国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）／平成26年10月

公営住宅等長寿命化計画策定指針(改訂) 平成28年 国土交通省住宅局より下記抜粋 ↓

8. 改善事業の実施方針

改善事業（個別改善事業、全面的改善事業）の実施方針を記載する。

【解説】

住棟の状況に応じた改善事業の必要性・効果を考慮し、改善事業類型毎の実施方針を記載する。

【長寿命化型】

実施方針：一定の居住性や安全性等が確保されており長期的な活用を図るべき住棟において、耐久性の向上や、躯体の劣化の低減、維持管理の容易性向上の観点から予防保全的な改善を行う。

(外壁の断熱改修、給排水管の耐久性向上、住戸内配管の集約化 等)

以上。シルバー鉄筋の採用ご検討よろしくお願ひします。



琉興鉄杯

鉄を拓いて琉球を興おこす

「鉄を拓いて琉球を興（おこ）す」。

これは「鉄鋼業を開拓して琉球の経済発展に貢献する」を意味する拓南グループの理念です。

拓南グループは鉄資源のリサイクルを通して沖縄の発展に貢献します。

