

豊かな日本のために橋を守り続ける

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

第10回

日本でいちばん
大切にしたい会社
大賞

第10回 日本でいちばん大切にしたい会社大賞 受賞



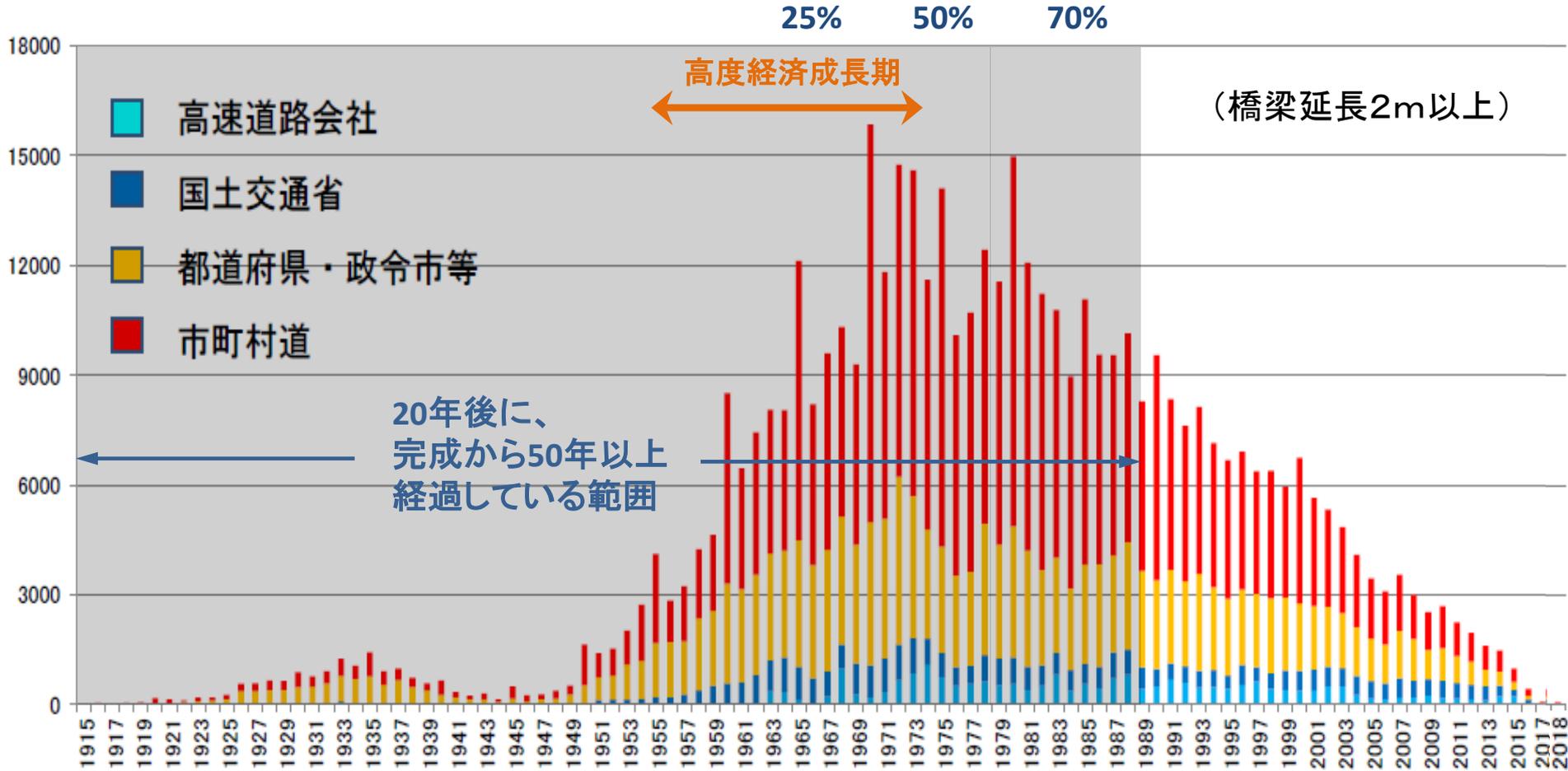
ヤマダイインフラテクノス株式会社

YAMADA INFRA TECHNOLOGIES Co., Ltd.



道路橋の建設と高齢化

【建設年度別橋梁数】



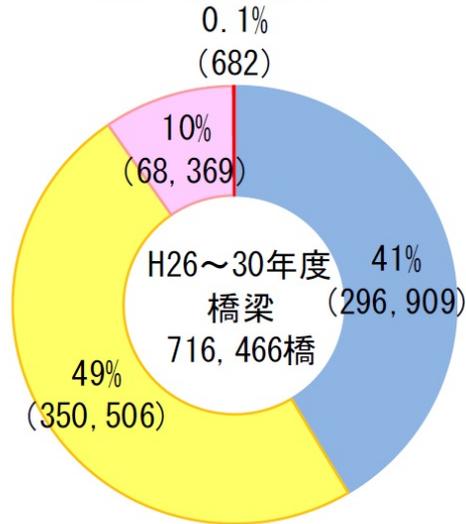
高齢化に伴い損傷も加速的に増えていく・・・。

一巡目の橋梁定期点検結果

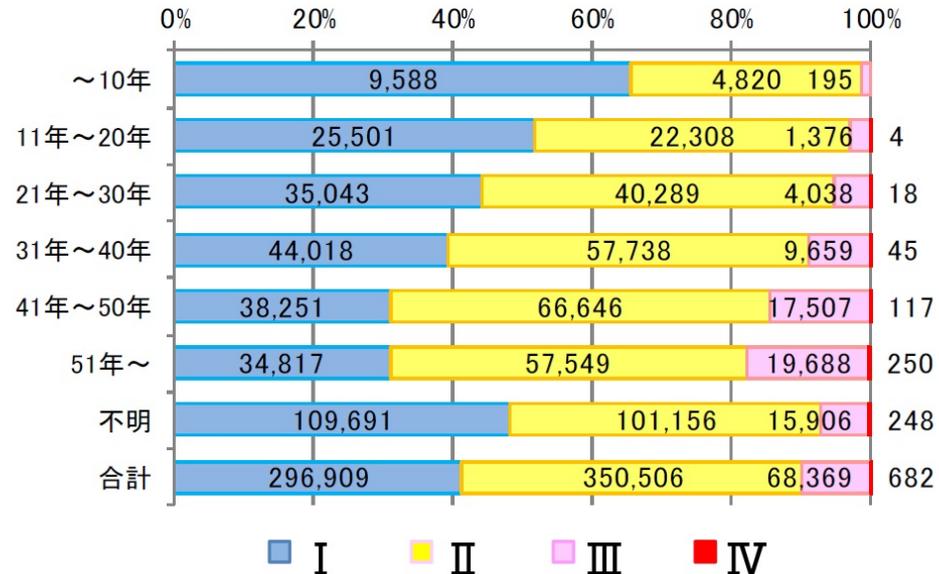
※ 道路メンテナンス年報(令和元年8月)
国土交通省 道路局 より抜粋

区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

○ 判定区分(橋梁)



○ 判定区分と建設経過年数(橋梁)



鋼橋の代表的な損傷事例

腐食 集中的に錆が発生している状態、又は錆が極度に進行し板厚減少や断面欠損が生じている状態。

板厚減少等を伴わない軽度な錆の発生を「**防食機能の劣化**」という。

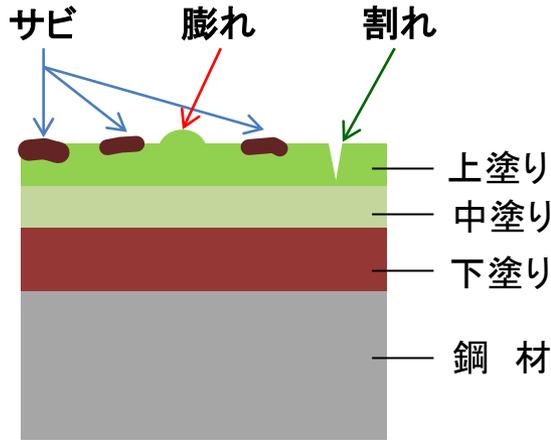


防食機能の劣化のうちに予防保全を行う事が大切。



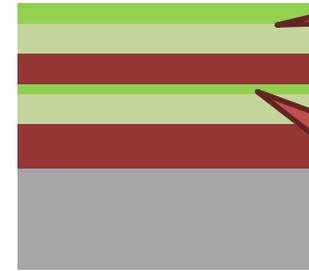
塗装塗替え仕様の変革

劣化した塗装



高確率で
鉛・PCBが混入

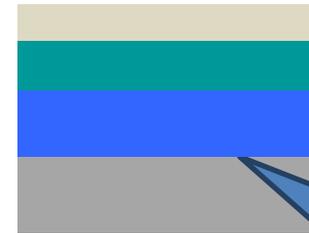
従来の
塗替え仕様



新たに塗装を塗り重ねる。

サビや膨れ・割れを取り除き、活膜は残し、表面は目あらし程度を行う。
(素地調整程度3種)

現在の
塗替え仕様

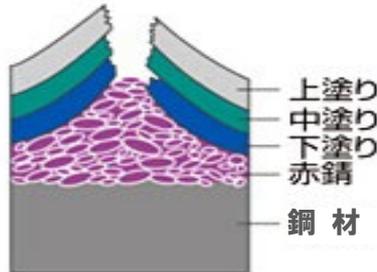
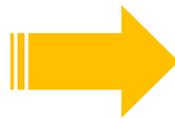
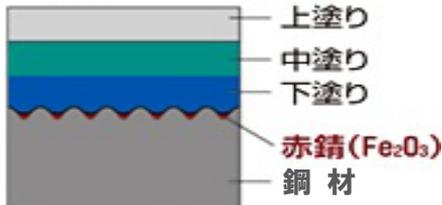


防錆力と耐候性に優れた重防食塗装を施します。

錆や旧塗膜を全て除去し、鋼材表面に塗装の密着性をあげるための凹凸をつける。
(素地調整程度1種 = ブラスト処理)

Rc-I 塗装系

耐久性が低く、有害物質を含む可能性の高い塗膜を全て除去し、防錆力と耐候性に優れた重防食塗装に置き換えることで、
橋梁の長寿命化につながる!!

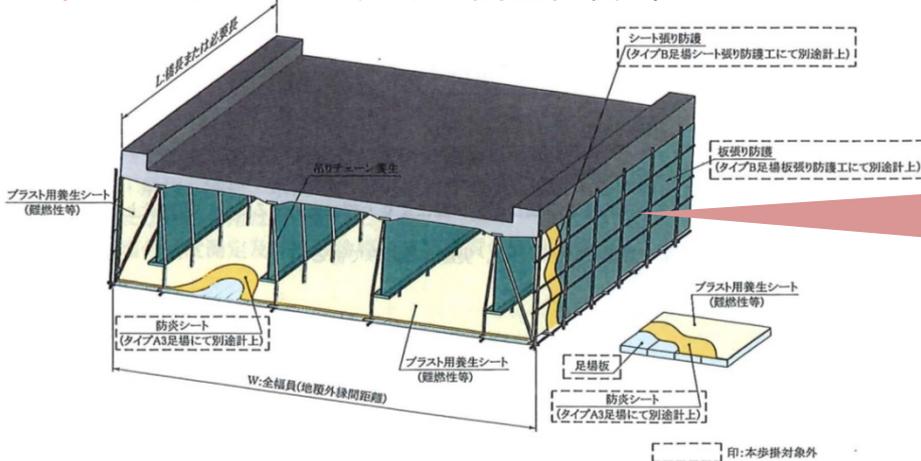


鋼材表面に錆が残っていると…
いくら重防食塗装でも長持ちしない!

☆ブラストの品質が
鋼橋の寿命を左右する!

ブラスト工法の概要

ブラスト工法とは、「研削材」と呼ばれる1mm程度の粒を、塗装面に叩きつけ**旧塗装やさびを除去し**、同時に鋼材面に適度な粗さをつけ、**塗料の密着を良くし塗膜の防錆効果を高める**ための工法。(素地調整程度1種)



無数の研削材を噴射するため、それらが外部に飛び散らないように、また剥がれた塗装カスが飛散しないように足場の外側に防護設備が必要となる。
なお、内側にはブラスト専用の養生シートを敷設する。

この密閉された空間内でのブラスト作業は、「特定粉じん作業」となる。そのため作業員は送気マスクを装備し作業する必要がある。



板張防護設備の外観



←送気マスク装備でのブラスト作業状況

鉛含有塗膜の対応

鉛含有塗膜の除去は、どんな場合でも湿式でなければいけないのか ??

平成26年5月30日付厚生労働省通達「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業について」では・・・、

4. (1) 剥離等作業は**必ず湿潤化して行う**こと。湿潤化が**著しく困難な場合は、湿潤化した場合と同等程度の粉じん濃度まで低減させる方策を講じた上で作業を実施**すること。

上記通達の基となっている、「鉛中毒予防規則」によると・・・、

(含鉛塗料のかき落とし) 第四十条

事業者は、令別表第四第八号に掲げる鉛業務のうち含鉛塗料を塗布した物の含鉛塗料のかき落としの業務に労働者を従事させるときは、次の措置を講じなければならない。

- 一、当該鉛業務は、**著しく困難な場合を除き、湿式による**こと。
- 二、かき落としした含鉛塗料は、すみやかに、取り除くこと。

<解釈例規>

1. 第一号の**著しく困難な場合**とは、サンドブラスト工法を用いる場合又は塗布面が鉄製であり、湿らせることにより錆の発生がある場合等をいうこと。
2. 第一号の「湿式」とは、含鉛塗料のかき落とし面を方法のいかなを問わず十分湿らせて行なうことをいうこと。

- ① ブラスト工法は、特定粉じん作業として、粉じん障害防止規則で安全性の極めて高い「送気マスク」の着用が義務づけられている。 → 作業員は陽圧により粉じんから完全に隔離防護されている。
- ② ブラスト工法は、鋼材面を完全に露出させる工法であり、施工後は極めて発錆しやすい状態にある。
→ 湿潤化には適さない。



ブラスト工法であれば、湿式を併用せず乾式での鉛塗膜除去が可能 !!

従来のブラスト工法

研削材は、安価な高炉スラグ等の**非金属系**のものが使用されていた。
安価な反面、塗装面に衝突した瞬間に破碎してしまう…。

非金属系研削材

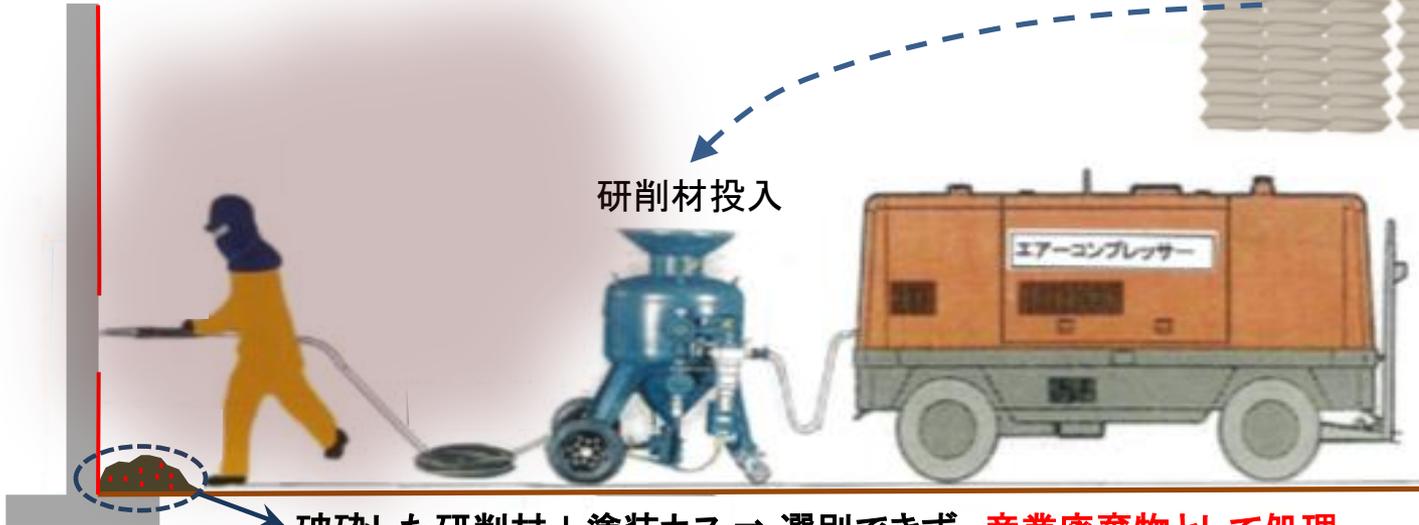


* 大量に使用



(高炉スラグ)

研削材投入



破碎した研削材+塗装カス ⇒ 選別できず、**産業廃棄物として処理**

1,000㎡のブラストに必要な研削材は約40t ⇒ 破碎して**約40tの産業廃棄物**に
1,000㎡の塗装をブラストによって剥すと ⇒ **約1tの産業廃棄物**に



- ★ 1,000㎡のブラストで**約41tの産業廃棄物が発生する!**
→ **膨大な産業廃棄物処理費用が発生する!**
- ★ 研削材の破碎によって**大量の粉じんが発生する!**
- ★ 研削材の**運搬量**、産業廃棄物の**運搬量・処理量**が大幅に発生する!
→ **大量の温室効果ガスが排出されることとなる!**

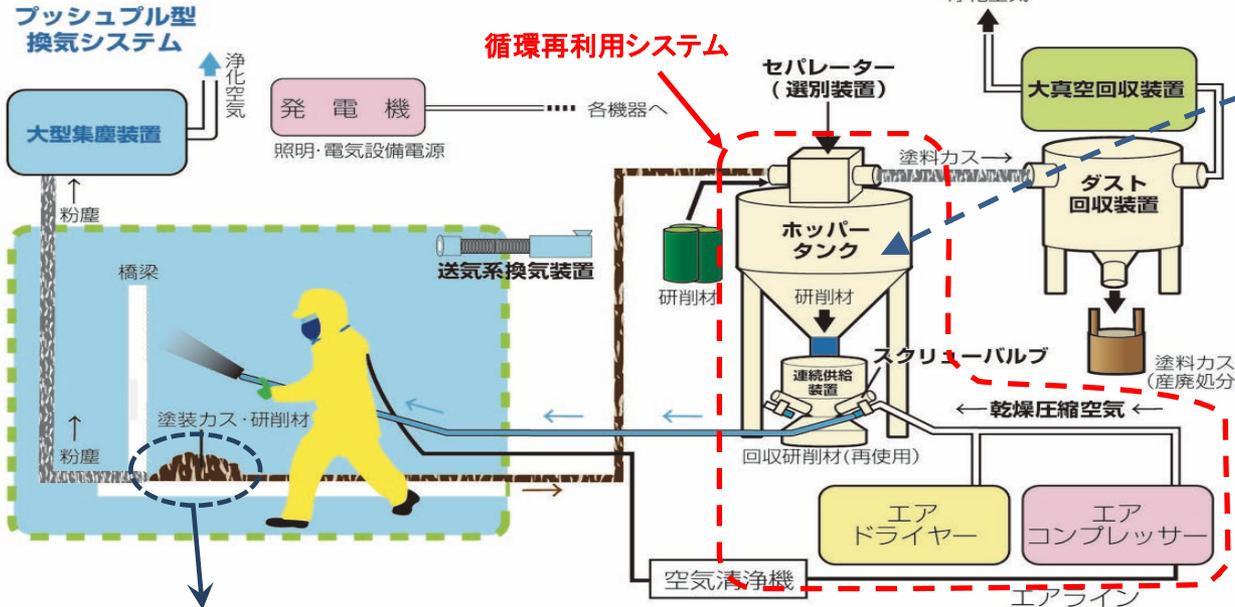


研削材破碎による粉じんの様子
作業環境は悪化され、
作業効率・品質の低下につながる!!

循環式エコクリーンブラスト工法

研削材は、高価だが破碎しない**金属系**のものを使用する。

NETIS:CB-100047-VE
活用促進技術



金属系研削材



*少量を循環再利用



(スチールグリット)

研削材 + 塗装カス ⇒ セパレーター(選別装置)により分離

選別された研削材は、再利用する ⇒ 産業廃棄物は発生しない
1,000㎡の塗装をブラストによって剥すと ⇒ 約1tの産業廃棄物に



- ★ 1,000㎡のブラストで約1tの産業廃棄物発生に抑える！
→ 産業廃棄物処理費用を大幅に削減できる！
- ★ 研削材は破碎しないため大量の粉じん発生を抑える！
- ★ 研削材の運搬量、産業廃棄物の運搬量・処理量が大幅に削減できる！
→ 温室効果ガスの排出量を大幅に削減できる！



粉じんの発生は非常に少ない
作業環境が大幅改善され、
作業効率・品質の確保につながる!!

廃棄物の適性処理について 1

建設廃棄物処理指針（平成22年度版）

建設廃棄物処理指針（平成22年度版）

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」の一部改正を踏まえ、平成13年6月1日に通知された同指針について、必要な内容の見直しを行い、平成23年3月30日に環境省より通知された。

廃掃法に沿って廃棄物を適正に処理するための具体的な処理手順等が示されている。

1. 総則

1. 1 目的

本指針は、土木建築に関する工事（建築物その他の工作物の全部又は一部を解体する工事を含む。以下「建設工事」という。）に伴い生ずる廃棄物（以下「建設廃棄物」という。）について、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）に沿って適正に処理するために必要な具体的な処理手順等を示すことにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とする。

（解 説）

建設工事に伴い生ずる廃棄物は、次のような特殊性がある。

- ① 廃棄物の発生場所が一定しない。
- ② 発生量が膨大である。
- ③ 廃棄物の種類が多様であり、混合状態で排出される場合が多いが、的確に分別され

建設廃棄物の適正処理を図るためには、排出事業者においては、建設廃棄物の発生抑制、再生利用、減量化等その他適正処理のため排出事業者としての責任を果たすとともに、発注者等の排出事業者以外の関係者においても、それぞれの立場に応じた責務を果たすことが重要である。

このため、本指針は、廃棄物処理法に沿って建設廃棄物の適正処理を推進するために必要な事項について、具体的な処理手順等を示したものである。

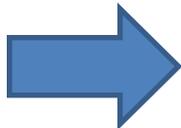
廃棄物の適性処理について 2

2. 2 発注者等の関係者の責務と役割

建設工事における発注者等の排出事業者以外の関係者は、発生抑制、再生利用等による減量化を含めた適正処理について、**排出事業者が廃棄物の処理責任を果たせるよう、それぞれの立場に応じた責務を果たさなければならない。**

- (1) 発注者は、廃棄物の発生抑制、再生利用を考慮した設計に努めるとともに廃棄物処理の条件を明示する。
- (2) 設計者は、発注者の意向を踏まえ、廃棄物の発生抑制、再生利用を考慮した設計に努める。
- (3) 下請負人は、廃棄物の発生抑制、再生利用に関し排出事業者に協力する。
- (4) 処理業者は、排出事業者との書面による委託契約に従い、廃棄物を適正に処理する。
- (5) 製造事業者等（メーカー）は、包装を簡素化する等廃棄物の発生抑制に努めるとともに、製品が廃棄物となった場合、適正処理が困難にならないように製品開発に努める。

廃棄物の発生抑制や再生利用を考慮した設計をすることが、発注者や設計者の責務であることが明記されている。



**鋼橋の塗装塗替えの設計を行う場合においても、
廃棄物の発生抑制が可能な工法が選ばれるべき!!**

循環式エコクリーンブラスト工法の機材



定置式



設置場所が確保出来れば、定置式にて施工 施工規模や施工条件に合わせて複数パーティ導入も可能

車載式



設置場所が確保できない場合は車載式も用意 橋面からの施工も可能

都市型低騒音タイプも用意

循環式エコクリーンブラスト工法の普及のために…

- 品質向上や技術力の育成のため、
「循環式エコクリーンブラスト研究会」を発足（2010年4月）



2020年9月現在、会員数「80」

循環式エコクリーンブラスト研究会

<http://jyunkan-eco-clean.com>

- 情報提供と実績評価のため、
「国土交通省新技術情報提供システム NETIS」に登録（2010年12月）



<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>

実績と効果が評価され、**活用促進技術**に認定（2017年12月）

- 全国への普及と施工体制を確立するため、
「(一社)日本鋼構造物循環式ブラスト技術協会」を発足（2016年6月）
2020年9月現在、会員数「21+ 1 団体」



一般社団法人

日本鋼構造物循環式ブラスト技術協会

<http://www.jscb-eco.jp>

国土交通省 NETIS 登録 CB-100047-V E **活用促進技術**

循環式 エコクリーンブラスト工法

従来のブラスト工法を大きく変えたこの2つのポイント!!

ECO

エコ

産業廃棄物
発生量 1/40

CLEAN

クリーン

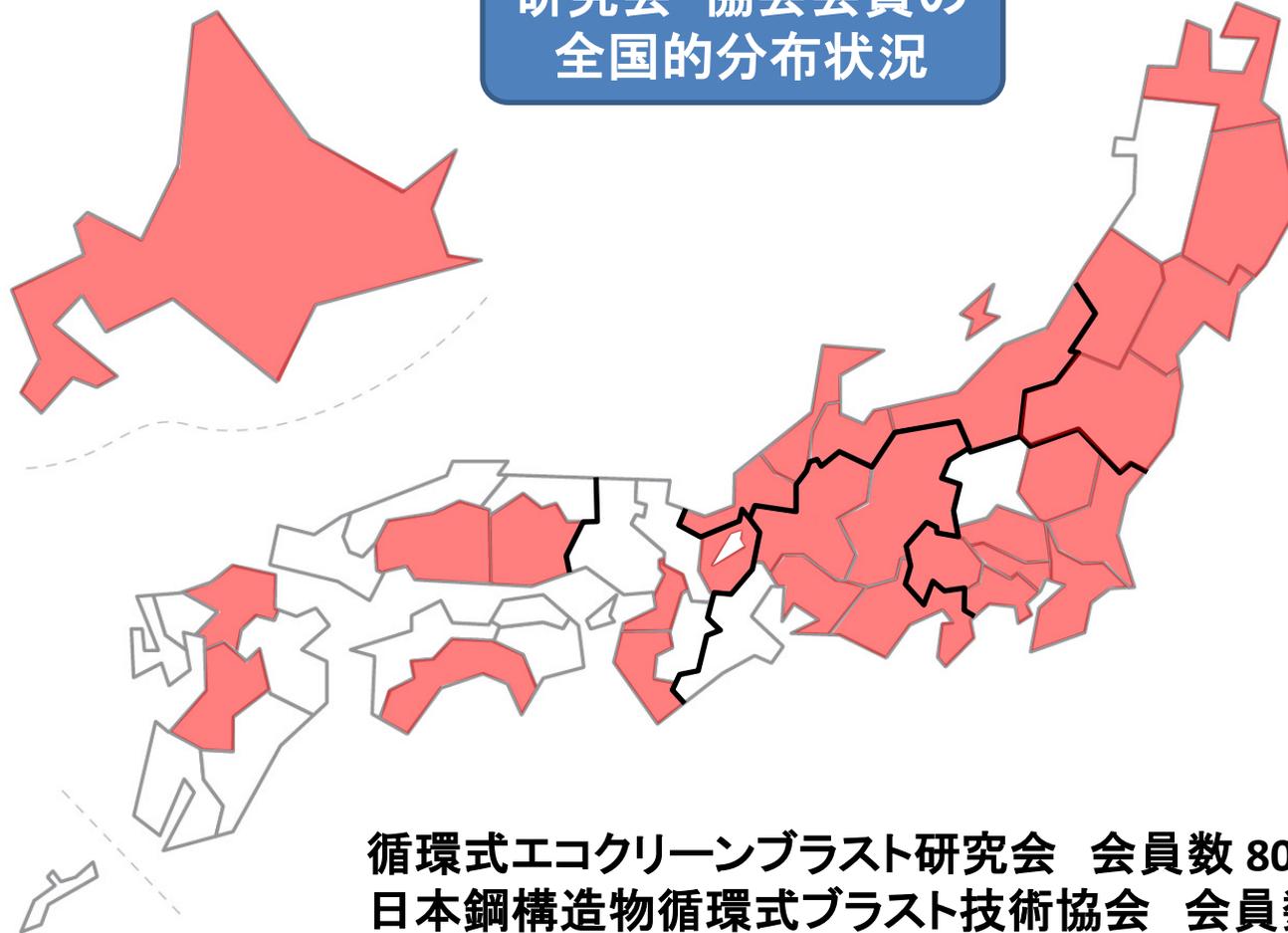
粉塵・温室効果ガス
排出量の抑制

循環式エコクリーンブラスト研究会

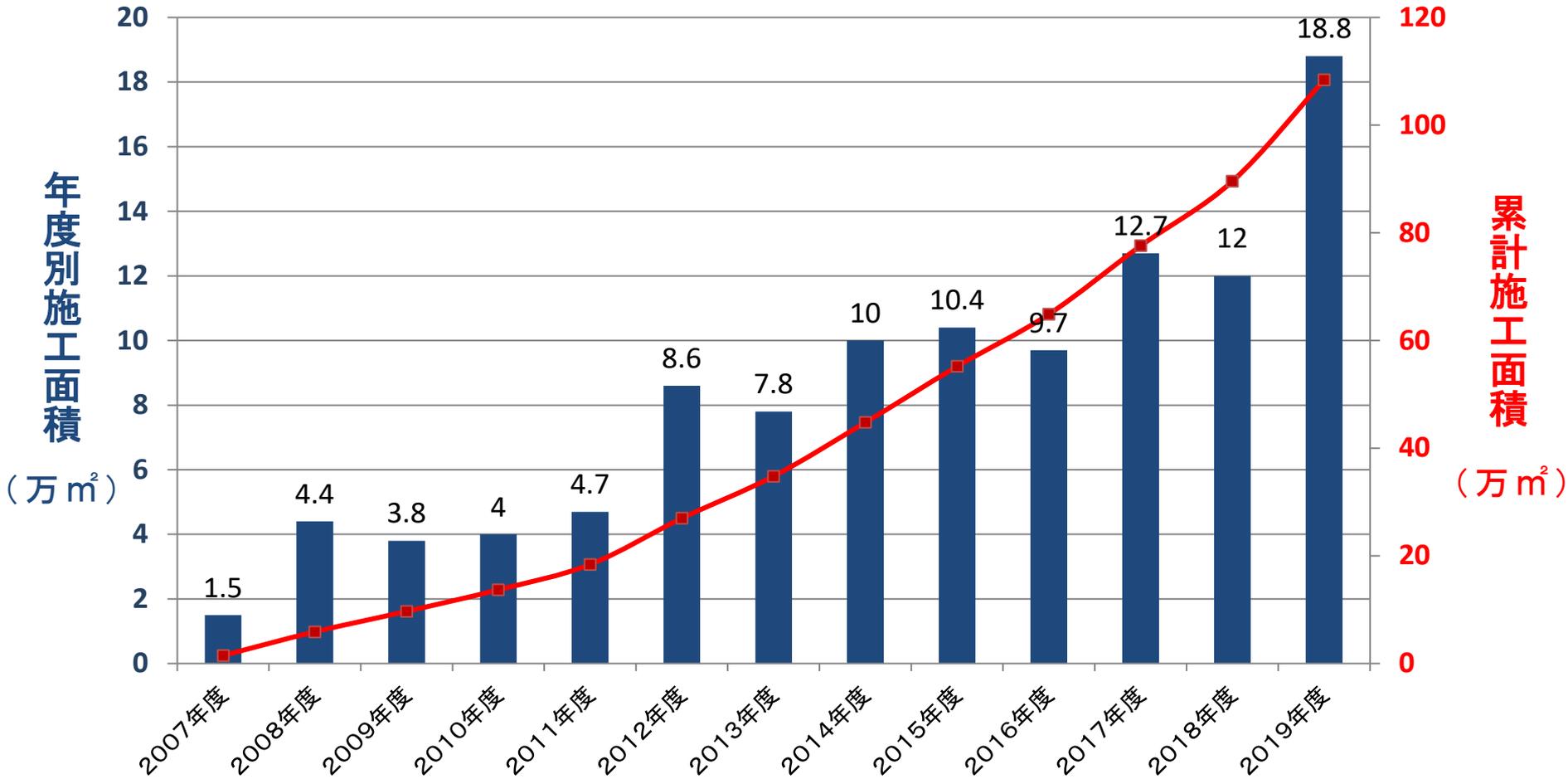
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS **私たちは、未来につながるSDGsに取り組んでいます**

全国的な普及と 施工体制の確保

研究会・協会会員の
全国的分布状況

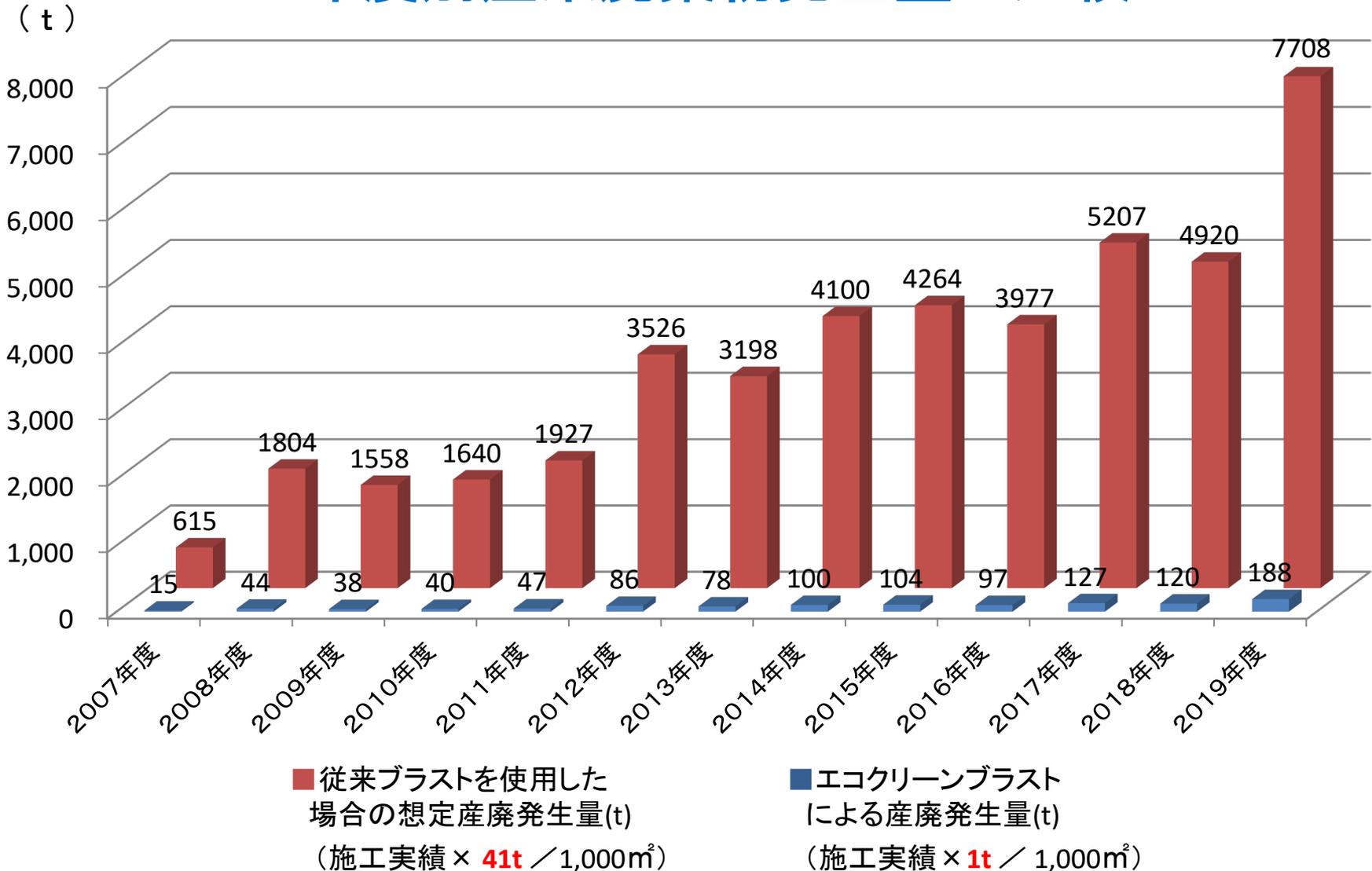


循環式エコクリーンブラスト工法の年度別施工実績

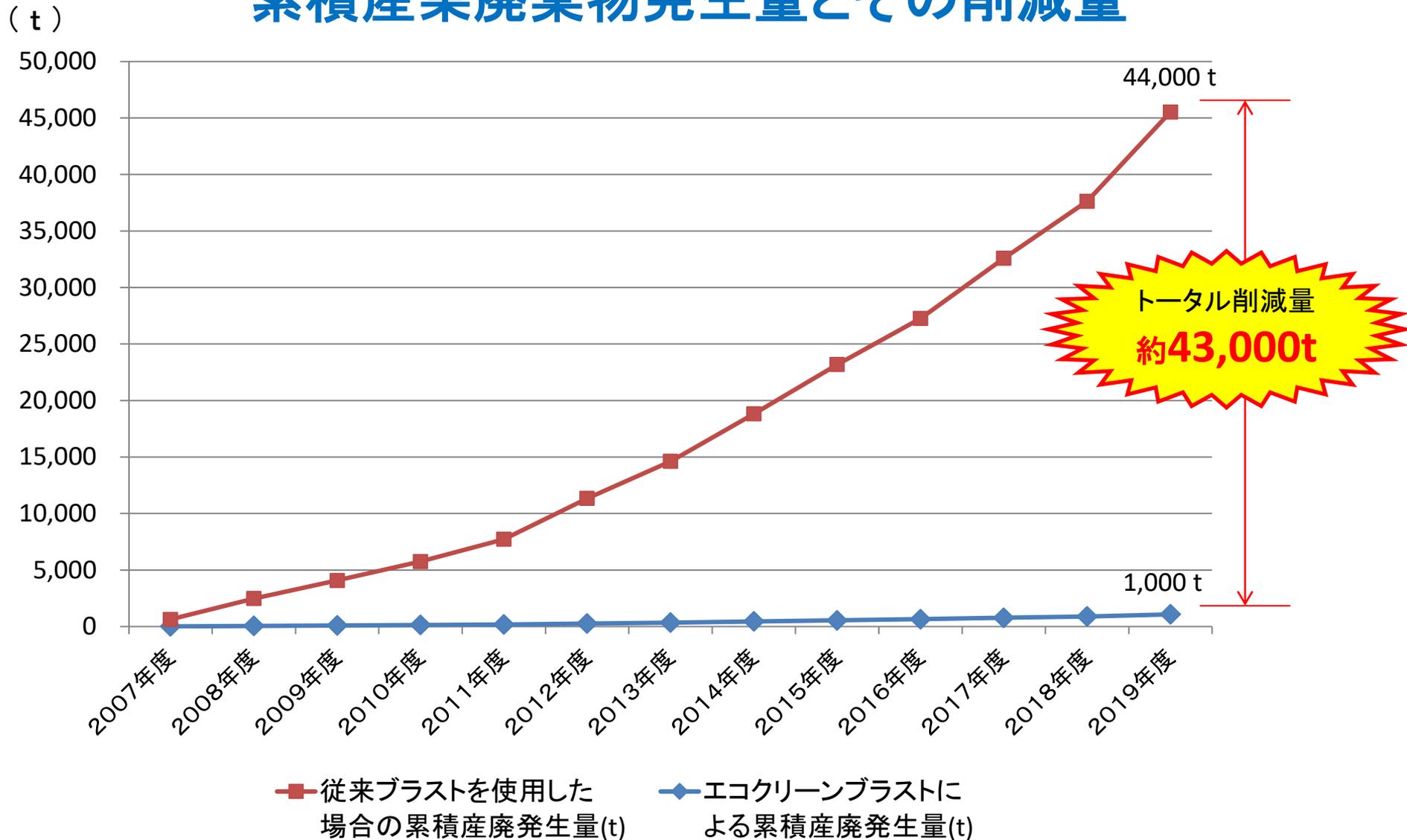


累計施工面積 約1,080,000m²

年度別産業廃棄物発生量の比較



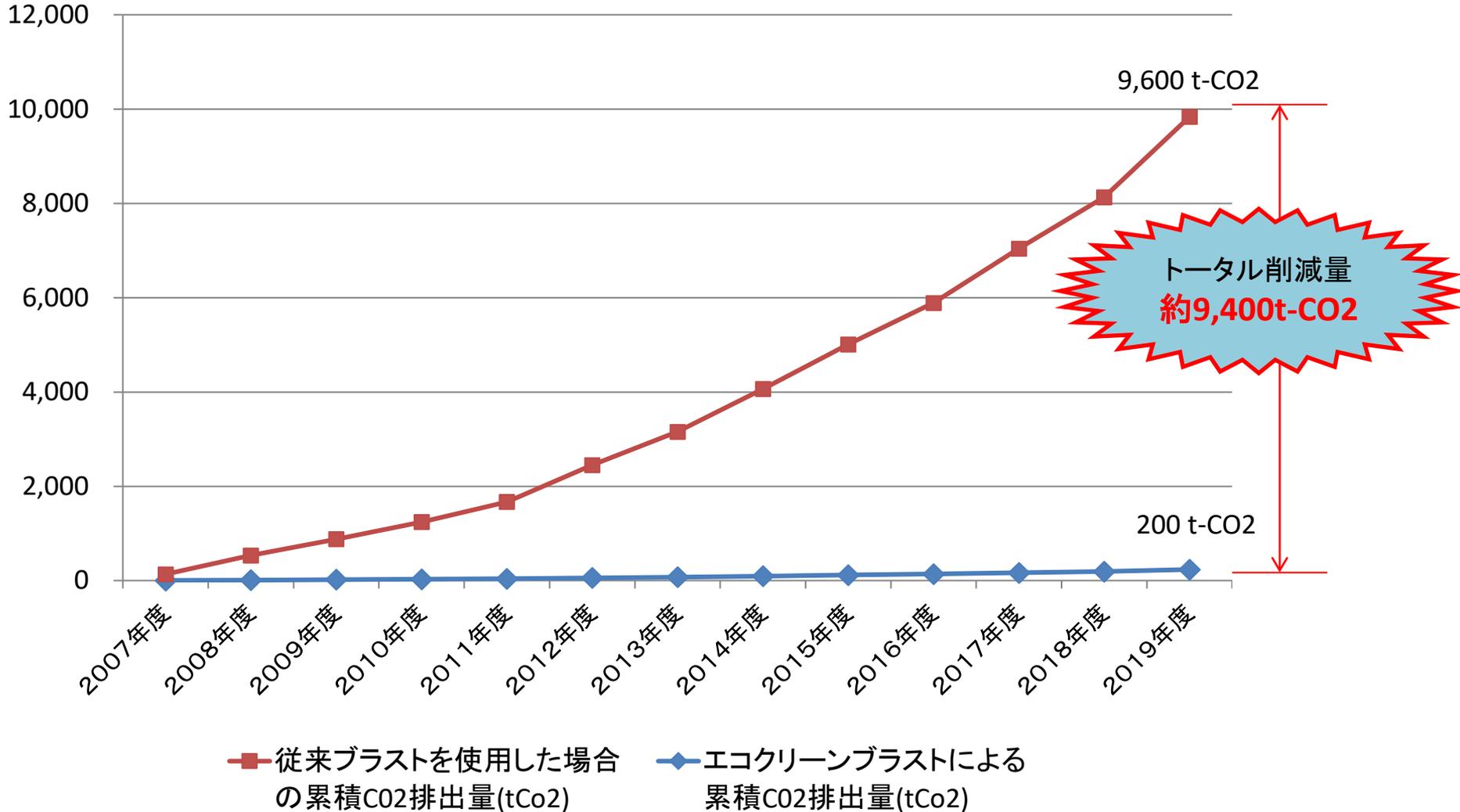
累積産業廃棄物発生量とその削減量



産業廃棄物の輸送・処理に伴う温室効果ガス排出量とその削減量

＜産業廃棄物発生量に、産廃種類別に定められたCo2排出換算係数を乗じた量(t-CO2)＞

(t-CO2)



更なる環境負荷低減への取り組み

- 「循環式エコクリーンブラスト工法」により産業廃棄物を大幅に削減 → ゼロにはできない
- 「循環式エコクリーンブラスト工法」の後方機械施工運転に伴う温室効果ガス排出量は削減が困難



「循環式エコクリーンブラスト工法」施工に伴う温室効果ガス排出量を把握し、排出量に見合った額を温室効果ガス削減プロジェクトに投資することにより、排出された量の埋合せを行う「**カーボン・オフセット**」を実施（2012年より実施し現在継続中）

カーボン・オフセット



排出削減系プロジェクト



愛知県 稲沢バラ農家

森林呼吸系プロジェクト



三重県 宮川森林組合



岐阜県 白川村森林組合



オフセットクレジットは地域の温室効果ガス削減プロジェクトを中心に選んでいます。

※ 宮川森林組合においては、クレジット購入だけでなく実際に社員が森林に入り植樹活動も行いました。

循環式エコクリーンブラスト工法の軌跡 1

循環式エコクリーンブラスト工法の実績と効果により、

国土交通大臣 と 環境大臣 から受賞



↑中川環境大臣(代理:伊藤副大臣)より、
環境賞 環境大臣賞を受賞(2018)

←太田国土交通大臣より、
国土技術開発賞 地域貢献技術賞を受賞(2014)

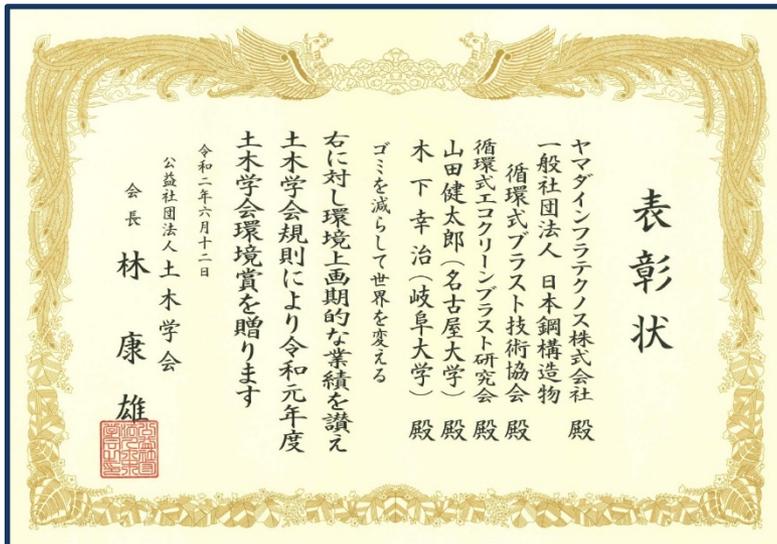
循環式エコクリーンブラスト工法の軌跡 2

循環式エコクリーンブラスト工法は、他にも様々な賞を受賞

- ❖ 資源循環型ものづくりシンポジウム 中部科学技術センター会長賞(2013)
- ❖ 中部カーボン・オフセット大賞 貢献賞(2015)
- ❖ グッドカンパニー大賞 特別賞(2016)
- ❖ 愛知環境賞 優秀賞(2017)
- ❖ 土木学会 環境賞(2020)
- ❖ 日本建設機械施工大賞 優秀賞(2020)



↑大村知事より、愛知環境賞 優秀賞を受賞



←土木学会環境賞の賞状

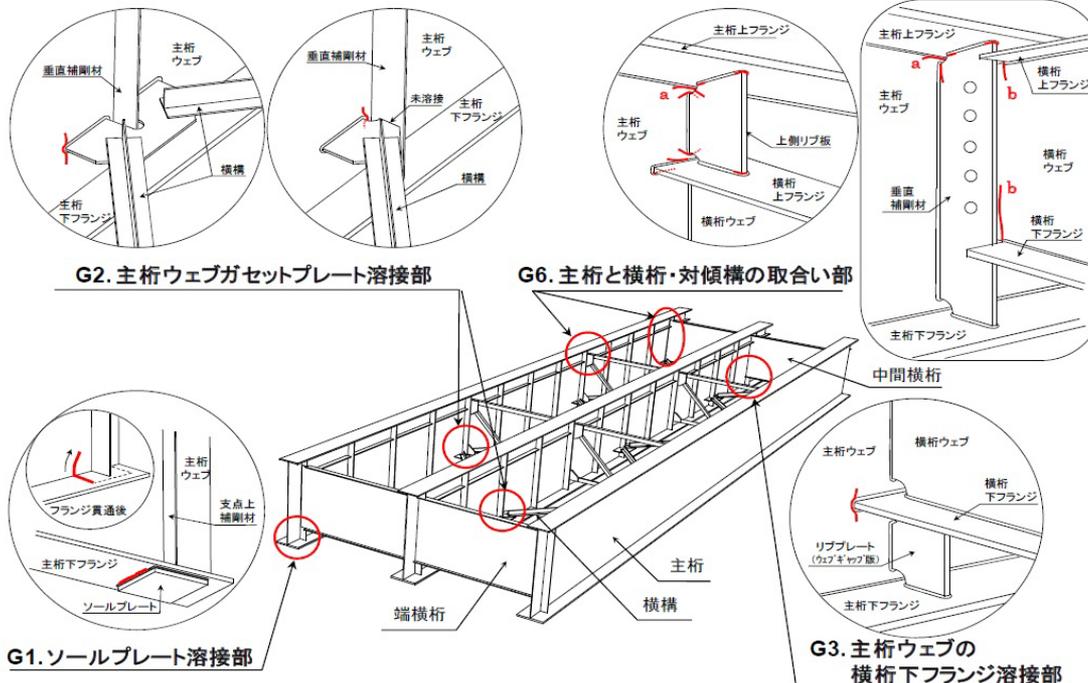
その他の鋼橋の損傷

疲労き裂

交通量の増加・車両の大型化により、疲労が蓄積し、弱点となりやすい応力集中部にき裂が発生。

溶接部近傍や断面変化等により応力が集中する箇所に多く発生

鋼桁橋の主なき裂発生部位

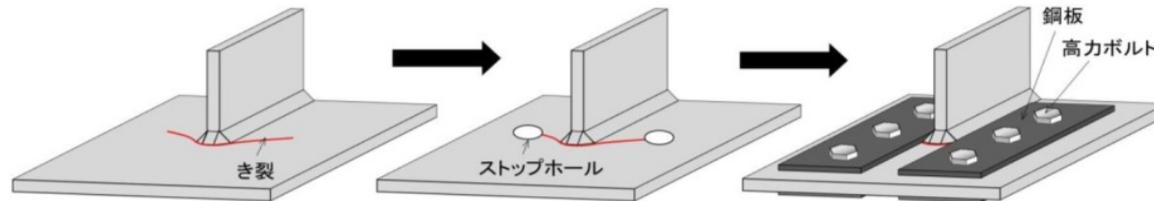


疲労き裂の対処方法

疲労き裂が発生すれば、当て板補修や溶接補修等を行うが・・・、

◇ 補修の際に、現地での溶接・穴あけ作業等を伴う

き裂補修工法の例

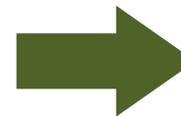


- 既設鋼材へ悪影響を与える可能性がある
- 死荷重の増加は避けられない

◇ 補修箇所の周辺に新たなき裂発生の可能性大

◇ き裂未発生 of 橋

→ 高齢化の進行により疲労が更に蓄積し、
今後き裂が発生する可能性が高い



疲労き裂に対する
予防保全工法の確立が必要

既存の代表的な疲労き裂予防工法

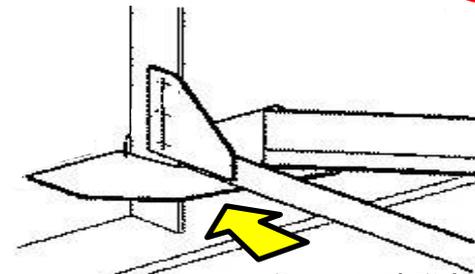
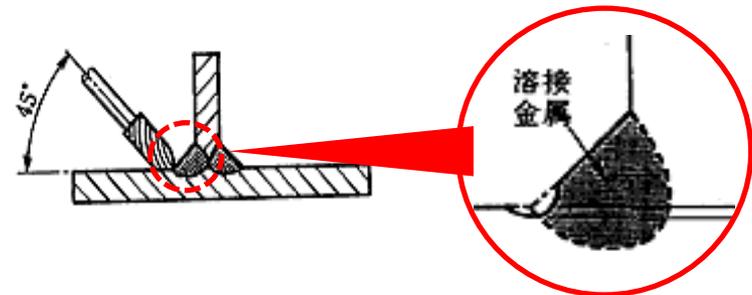
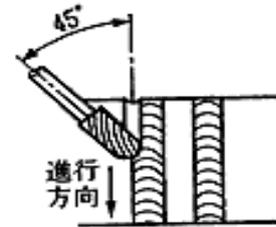
棒グラインダーによる溶接止端処理 (鋼構造物の疲労設計指針・同解説に記載)

溶接止端部を切削し、微細な溶接キズを除去するとともに、形状を滑らかにして応力集中を低減させ疲労強度の改善を図る処理方法 → **疲労耐久性を1等級向上**

- ① 使用器具の大きさから、既設の鋼橋では、十分な空間が確保できないと使用できない
→ **狭隘部への施工は困難**
- ② 指針には、「母材と溶接部の境界に溶接止端を示すラインを残さず、削り込み深さ0.5mm以下とするのが望ましい」と記載
→ **相当な熟練度が必要 (削りすぎはNG)**
※ 供用中の橋梁では、振動の中での施工となる
- ③ 標準日当り施工量が2~8箇所/日
(橋梁架設工事の積算より)
→ **作業効率が非常に悪く、費用も高い**



既設鋼橋での実績は決して多くなかった・・・。



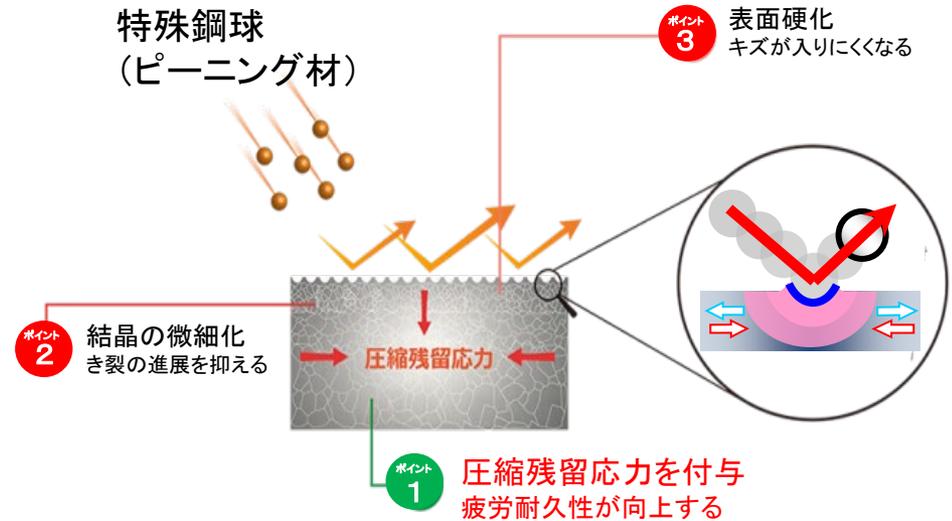
こういった狭隘部への施工は困難

疲労き裂の予防保全工法確立に向けて

自動車業界・航空機業界において、
疲労強度向上技術として実績のある「ショットピーニング」に着目!!

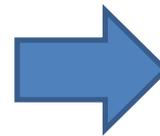
ショットピーニングとは

無数の特殊鋼球(ピーニング材)を高速度で鋼材表面に叩きつけ、表面近傍だけを塑性変形させることで、表面層に**圧縮残留応力**を与え、疲労き裂や応力腐食割れなどに対する抵抗力の向上を図る技術。また表面の**結晶が微細化**され、き裂の進展を抑制する。さらに**表面硬化**することでキズが入りにくなる。バネ・歯車・クランクシャフト等といった自動車部品から、ジェットエンジン・翼・ランディングギヤ等の航空機関連などに古くから利用されている。



現場採用における 課題

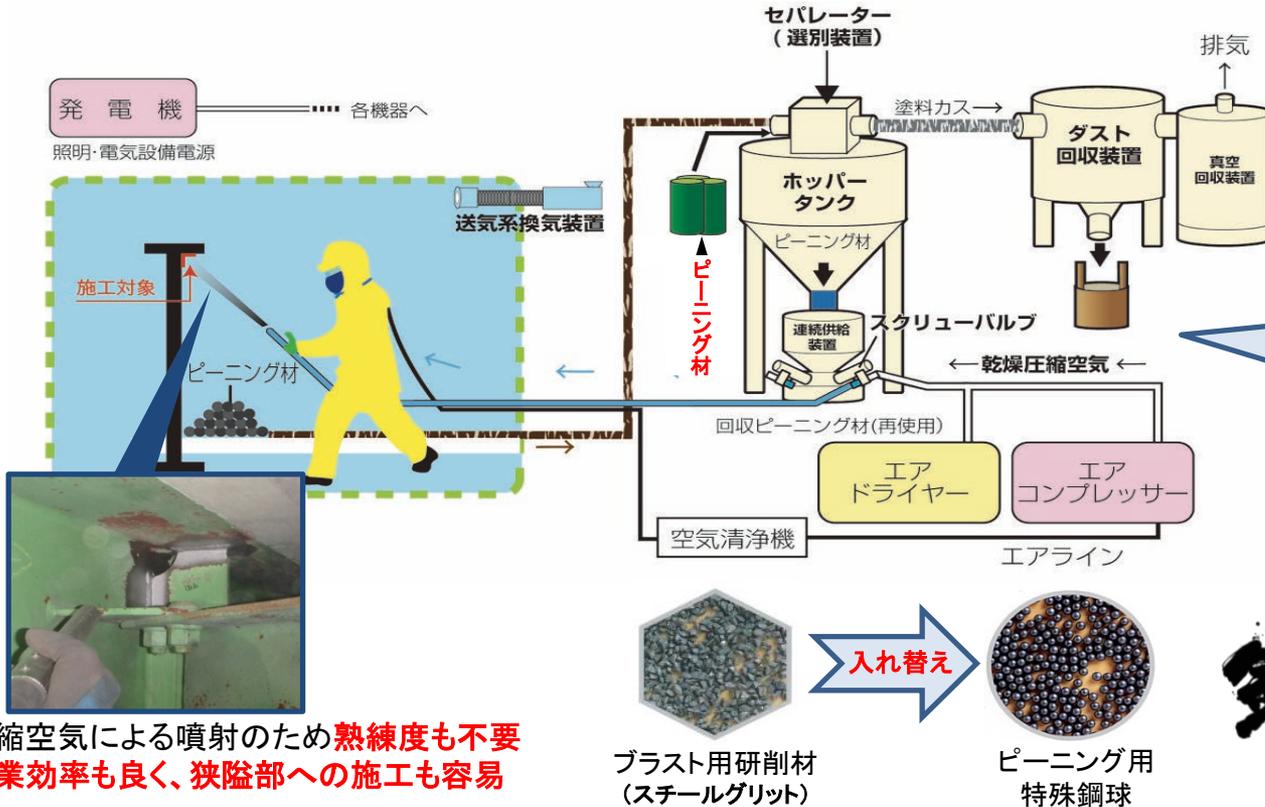
- ① ピーニング材の飛散防止対策
- ② ピーニング材の回収・再利用方法
- ③ 湿度によるピーニング材の固結・発錆対策



これらをクリアし
既設鋼橋に採用!!

新たな予防保全工法の誕生!!

その工法は、Rc-Ⅰ 塗装系への塗替え工事と同時施工をし、
「循環式エコクリーンブラスト工法」のシステムを有効活用することで成立する!!



ブラスト用の防護工を併用でき
ピーニング材の飛散防止が可能

循環再利用システムの活用で
ピーニング材の回収再利用が可能
さらに、
エアドライヤーの乾燥空気供給で
ピーニング材の固結・発錆を防止

圧縮空気による噴射のため熟練度も不要
作業効率も良く、狭隙部への施工も容易

循環式ブラスト (腐食予防) + ショットピーニング (疲労き裂予防)
= エコクリーンハイブリッド工法 !! NETIS:CB-180024-A

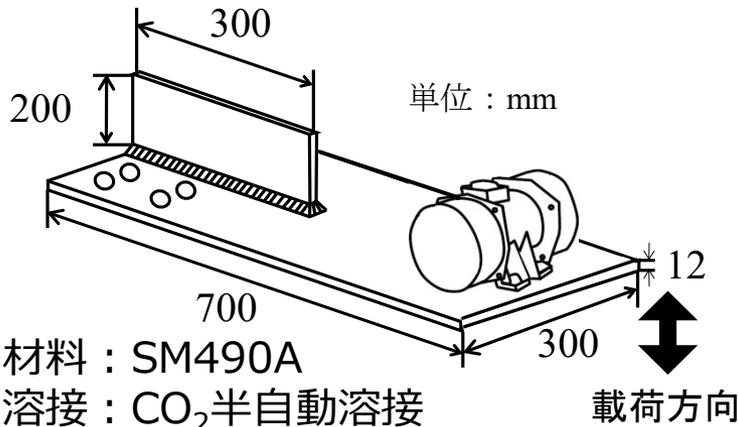


エコクリーンハイブリッド工法の効果実証1

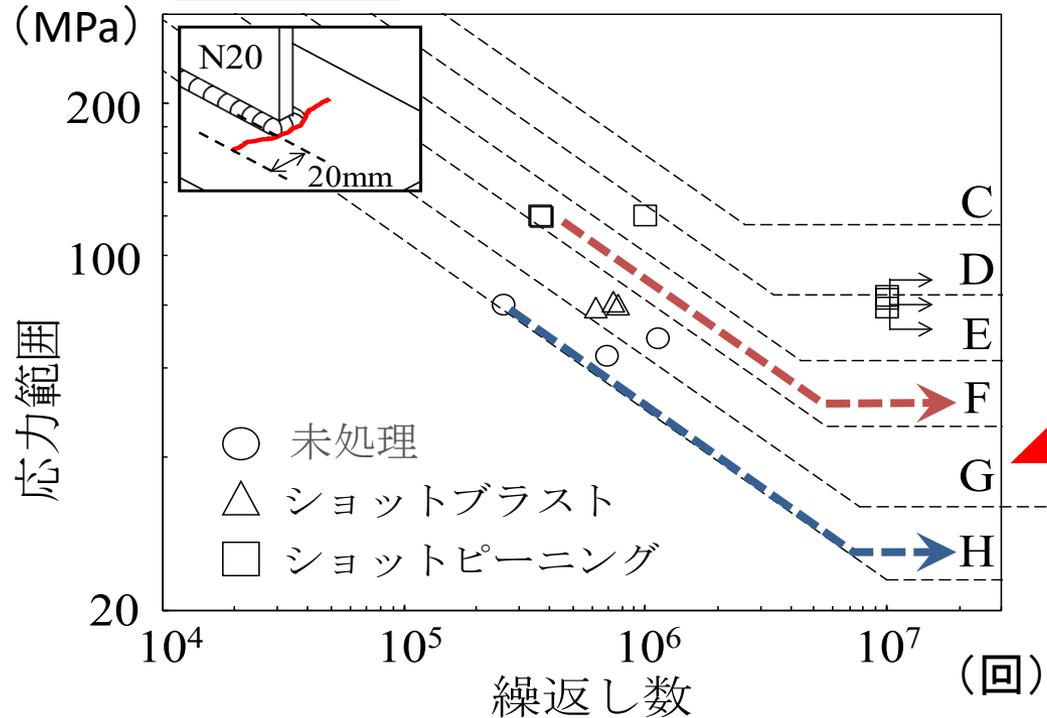
①試験体による疲労強度試験結果

岐阜大学との共同研究で効果も実証済

標準ガセット試験体



疲労試験結果



● ショットピーニングにより高い圧縮残留応力が導入され、未処理に比べ**疲労強度が2等級向上した**

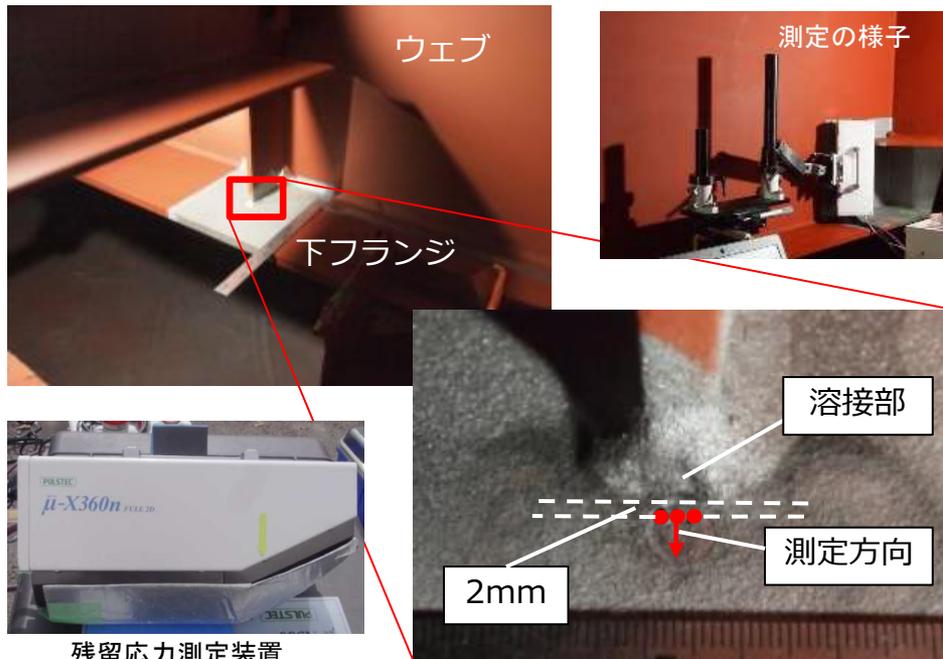
※「ショットピーニングによる溶接継手部の疲労強度向上効果」より抜粋
(土木学会 平成28年度全国大会論文発表 優秀講演者賞受賞)

エコクリーンハイブリッド工法の効果実証2

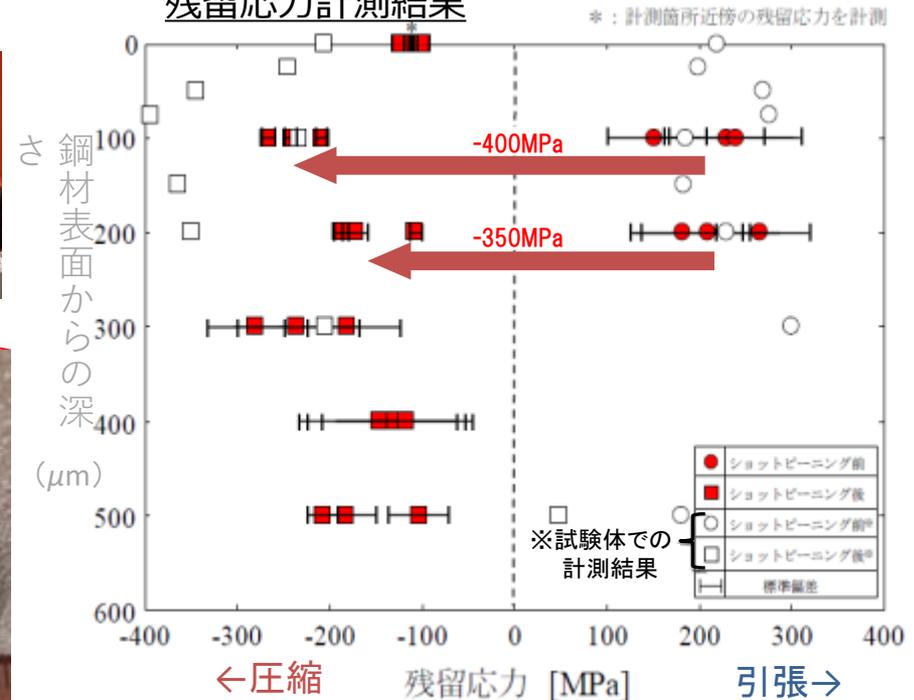
②既設鋼橋における残留応力計測結果

岐阜大学との共同研究で効果も実証済

測定位置



残留応力計測結果



- ショットピーニング前と比較して、表層100μm深さで-400MPa、表層200μm深さで-350MPa程度の**圧縮残留応力導入を確認**。
- 試験体での残留応力計測結果と同様の分布状況を確認。
→**既設鋼橋でも疲労強度が2等級向上した**と言える。

※「既設鋼橋溶接部を対象としたショットピーニングの品質管理手法の提案」より抜粋
(土木学会 平成30年度全国大会論文発表)

エコクリーンハイブリッド工法施工要領

施工管理・出来形管理手法の確立により安定した品質を保ちます

3.4.1 施工前の管理項目

項目	内容	適用
洗浄	施工面の油、汚れの除去	○
施工面外観	施工前の損傷部位等を確認	○
ノズル	噴射用ノズルに欠け摩耗がないことを目視により確認する。その後、ノズル内径が 8.0mm(±1.0mm)であることを、内径計測ゲージを使い確認する。	○
エア圧力	エア圧力の監視設定後、プラスタンクの圧力が、0.6MPa以上であることを確認する。	○
エア清浄度	噴射エアに汚れがないことを、白ウエスを使用して目視にて確認する。	○
投射材	投射材の種類(スチールショット RCW10PH)及び、粒径(0.8mm~1.0mm)であることを、材料検査とゲージにて目視確認をする。	○
噴射量確認	噴射量が、19kg/30秒(±1.0kg)であることを確認する。	○
アークハイト測定	アルメンゲージを活用し、アークハイト測定を実施し、その数値(力)が0.312mmA以上であることを確認する。	○

3.4.2 施工中の管理項目

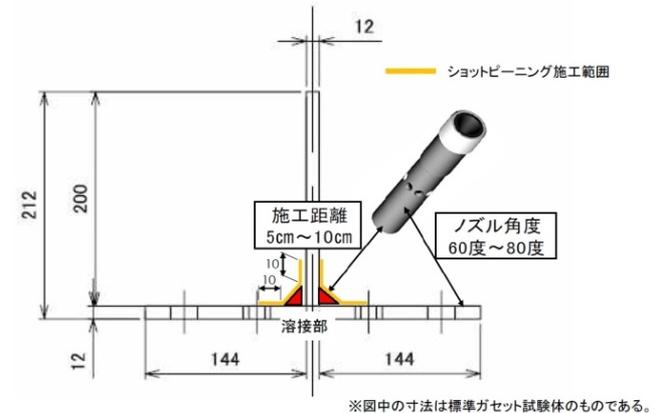
項目	内容	適用
施工回数	蛍光塗料とカバレッジチェッカーを使用し、カバレッジ 90%以上を 2 回実施する。 尚、1 回目施工でカバレッジチェッカーを使用して、カバレッジ率 90%以上であることを確認がとれた後に、2 回目施工に移る。 2 回目施工完了後も、同様の確認を実施する。 なお蛍光塗料の色は1回目と2回目は異なる色を使用することとする。	○
施工時間	1回の施工当たり 36 秒/0.0143 m ² として、各施工箇所の施工時間を算出し(「施工時間計算書」)管理する。	○
その他	施工前確認項目に、1 つでも異常が発生した場合は、直ちに作業を中止する。	○

3.4.3 施工後の管理項目

項目	内容	適用
除錆度	プラスト規格にて使用する、ISO Sa - 2 - 1/2 以上であることを、拡大鏡(目視)を使用して、プラスト見本帳と見合わせ確認する。	○
カバレッジ判定	蛍光塗料とカバレッジチェッカーを使用し、カバレッジ 90%以上を確認し出来形を確認する。	○
表面粗さ測定	次工程に塗装作業となる為、ピーニング施工部位の代表箇所に対して、粗さ測定器を用いて、Rz JIS 80µm以下であることを確認する。	○

3.5 ピーニングの施工範囲

ピーニング箇所については、疲労き裂の発生が懸念される溶接部に対して、溶接端の延長方向両側に 10mm ずつ、幅方向両側に 10mm ずつを加えた範囲を基本としている。



※「エコクリーンハイブリッド工法施工要領」より抜粋

エコクリーンハイブリッド工法による塗装塗替えの標準施工順序

1. 足場防護設備設置



2. 素地調整程度1種 (ブラスト)



エアライン装備による
安全なブラスト作業

3. 溶接部検査 (き裂対策)



非破壊検査による溶接部等のき裂の確認
き裂発生部位は、補強補修対策にて対応
疲労き裂が発生していない部位において、
ショットピーニング処理を実施(予防保全)

4. ピーニング (き裂対策)



投射時間や圧力管理による
施工管理が確立しています。

5. 施工部確認 (き裂対策)



蛍光塗料とカバレッジチェッカー
による出来形管理手法が確立
しています。

6. 2次ブラスト (4時間以内に防錆処理実施)



7. 塗替塗装工程 (下塗～上塗)



8. 完成 (腐食、き裂対策完了)



この部分が、
ショットピーニング工程として
塗装塗替え工程に付加される

SDGsの取組について

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標

2030年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です

ゴミを減らして世界を変える！！

私たちはSDGsを積極的に推進し、
社会の持続的発展に貢献していきます。





“ご視聴ありがとうございました”