

広島県コンクリート診断士会

地上及び地下コンクリート構造物の 劣化から構造物の長寿命化を考える

令和元年6月12日(水)

米倉 亜州夫

(広島大学名誉教授・元広島工業大学教授) 工学博士
(株)米倉社会インフラ技術研究所 代表取締役

**コンクリート構造物の劣化事例からその原因
(劣化診断)を検討し、その防止法を考える**

**新設する時から長寿命化できるコンクリート構
造物を造る**

どのようなコンクリートを用いるか

どのような施工をするか。

社会インフラ施設の老朽化

社会インフラ施設の老朽化が社会的に問題となっている。

今後50年間に維持管理費、更新費、修繕費等として190兆円必要と言われている。

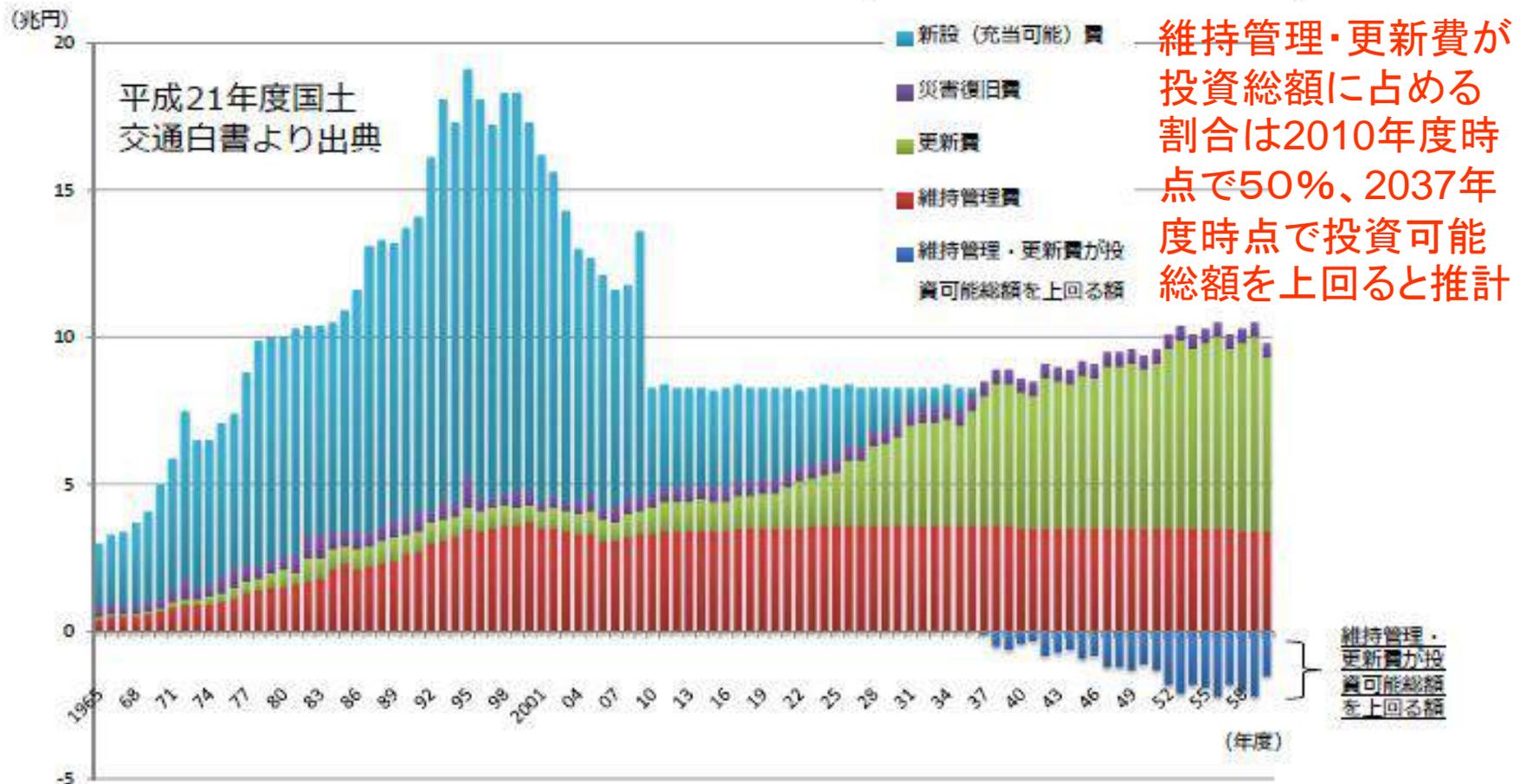
平成26年7月から2m以上の橋梁、トンネルは5年に1度、定期点検を行うことが義務つけられた。

劣化原因はコンクリートの中酸化、鉄筋腐食、塩害、凍害、アルカリ骨材反応、化学的侵食(硫酸劣化)など種々ある。

このような劣化の大部分はコンクリート構造物表面かぶりからの空気や雨水の侵入によって生じている。

維持管理・更新費の推計（従来通りの維持管理・更新をした場合）

今後の投資可能総額の伸びが2010年度以降対前年度比±0%で、維持管理・更新に関して今まで通りの対応をした場合。維持管理・更新費が投資総額に占める割合は、2010年度時点で50%であるが、2037年度時点で投資可能総額を上回る。



維持管理・更新費が投資総額に占める割合は2010年度時点で50%、2037年度時点で投資可能総額を上回ると推計

(注) 推計方法について
 国土交通省所管の8分野（道路、港湾、空港、公共賃貸住宅、下水道、都市公園、治水、海岸）の債権・補助・地価調整を対準に、2011年度以降につき次のような設定を行い、推計。
 ・更新費は、耐用年数を経過した後、同一機能で更新すると仮定し、当初新設費を基準に更新費の水準を踏まえて設定。耐用年数は、税法上の耐用年数を示す財務省令を基に、それぞれの施設の更新の実態を踏まえて設定。
 ・維持管理費は、社会資本のストック額との相関に基づき推計。（なお、更新費・維持管理費は、近年のコスト増減の推移を反映）
 ・災害復旧費は、過去の年平均額を設定。
 ・新設（充当可能）費は、投資可能総額から維持管理費、更新費、災害復旧費を差し引いた額であり、新設費額を示したものではない。
 ・用費・補償費を含まない。各事業団等会社等の株主等を含まない。

出典：平成21年度国土交通白書

迫る橋の老朽化

国土交通省によると

全国で15m以上の橋が約14万橋ある。

このうち、50年以上経過した橋

2006年度 8,900橋 (全体の6%)

2016年度 28,400橋 (全体の20%)

2026年度 66,300橋 (全体の47%)

老朽化は橋の種類、環境、交通量等によって異なる。

15m以下の小規模橋梁は全橋梁数の80%以上で、その80%近くがコンクリート橋である。

日本は今後50年間に社会インフラ施設の長寿命化(維持管理、補修補強、更新)のための費用が**190兆円**必要になると試算されている。

広島市仁保橋からのコンクリート片落下 H25.5.15

コンクリート片また落下

広島橋の点検拡大へ 倉庫屋根に穴

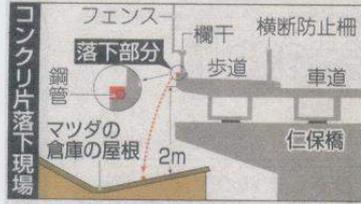
広島市は15日、南区小磯町の仁保橋(長さ408㍎、幅15㍎)からコンクリート片が四つ落下したと発表した。歩道の欄干の台座から剝がれ落ち、2㍎下にあるマツタの倉庫の屋根2カ所に穴が開いたが、けが人はなかった。老朽化が原因とみられる。7日には西区の鈴が峯陸橋でコンクリート片がワゴン車の屋根に落下する事故が起きたばかり。市は緊急点検の対象を広げるが、今回の落下を14日に把握していた。



欄干からコンクリート片が落下した
仁保橋 15日午後8時、広島市南区
(撮影・福井宏史)



マツタの倉庫の屋根に落ちた
コンクリート片(中央)と2
カ所の穴



市道路課によると、落下は14日午後2時40分にマツタからの通報で把握した。欄干(鉄製)を支えるコンクリ

ート台座の外側約1.3㍎が剝がれていた。コンクリート片はいずれも縦約5㍎、横約5㍎、長さ約40㍎、重さ約1㍎。二つが倉庫の屋根に直径約10㍎の穴を開けた。

仁保橋は1964年に広島県が建設、80年に管理を市に移した。市道路課は台座に埋め込まれたケーブルを通すための鋼管が染み込んだ水でさびて膨らみコンクリートにひびが入ったとみている。

2010年6月の定期点検で橋の一部が欠けているのを見つけたが、他の橋を優先し補

修していなかった。市道路課は「連続して落下事故が起き大変申し訳ない」としている。鈴が峯陸橋の事故後、市は道路や線路をまたぐ橋75本の緊急点検を決め、16日から打音検査を始める予定でいたが、仁保橋は対象外だった。市は今回の事故を受け、下に公園や建物がある60本の緊急点検にも着手する。



マツタのグローバル広報企画部は「生産に

鉄筋コンクリート梁 の主鉄筋の腐食



①劣化鉄筋コンクリート床版を有する 鋼主桁橋

1973年建設

かぶりコンクリートの剥落と鉄筋腐食

エフロレッセンスなし(貫通ひび割れなし)



②健全な床版を有するRC床版鋼桁橋

1978年建設
(30年経過)

かぶりコンクリート
が健全



五日市
Itsukaichi
31 出口
EXIT 500m

本線
THRU TRAFFIC

2013/05/03 13:42

昭和35年(1960)～昭和50年(1975)代初めに建設されたコンクリート構造物に劣化が集中

この時期、日本は高度経済成長時代、建設ブーム
東京オリンピック(昭39)、東海道新幹線、
名神、東名高速道路、黒部第四ダム、首都、阪神高速道路、万博
(1970)、山陽新幹線(1973, '74)

日本1国でこの15年間に消費されたセメント量：
欧米の100年分の消費量に相当

コンクリートの大量生産：生コン、コンクリートポンプの出現
建設の合理化→省力化→分業化→管理体制の崩壊→
無責任状態→粗製乱造のコンクリート構造物の大量生産

河川産骨材の枯渇→海砂、山砂、碎石、細砂等の使用、

コンクリートポンプの出現

初期のポンプ:

スランプの大きい、やわらかいコンクリートでないとパイプ閉塞を起こして圧送が困難だった。

→単位水量の増大

現場での加水→水セメント比W/Cの増大

単位水量の大きいコンクリートやW/Cの大きいコンクリート→ブリージングが大

30年以内に南海トラフ地震が発生する確率が極めて高い

東京都直下型地震の発生は4年以内に70%の確率

このまま社会インフラ施設を使い続ければ、大きな災害に耐えうることは難しい。

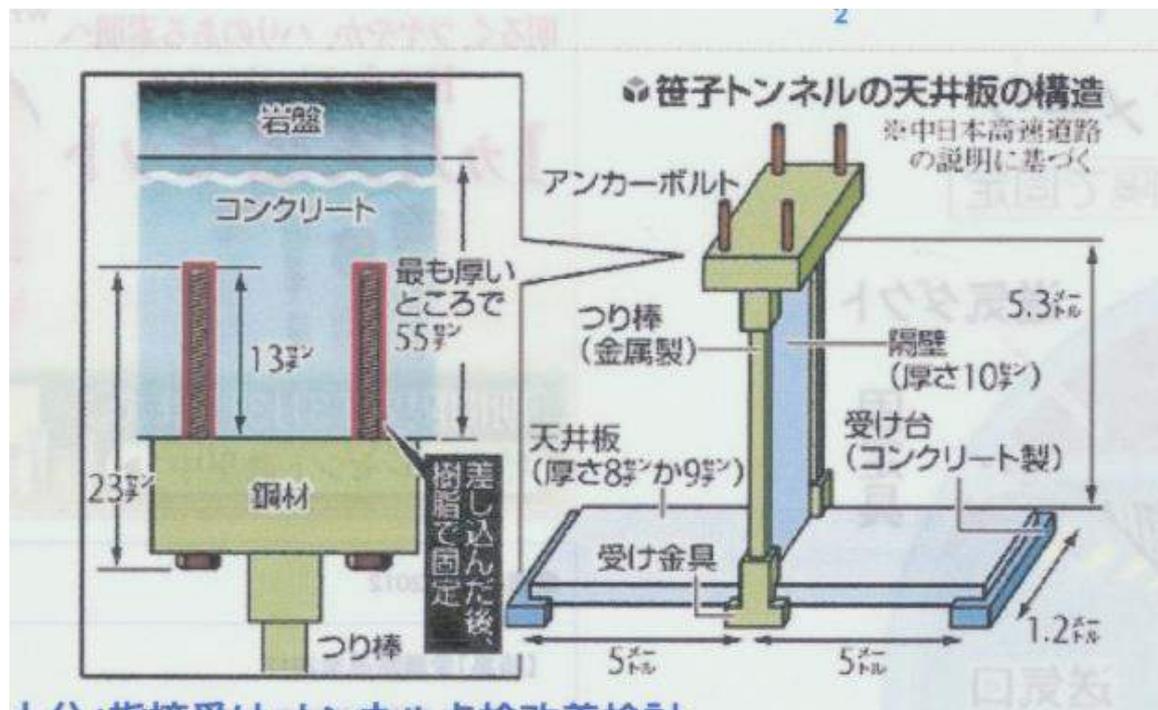
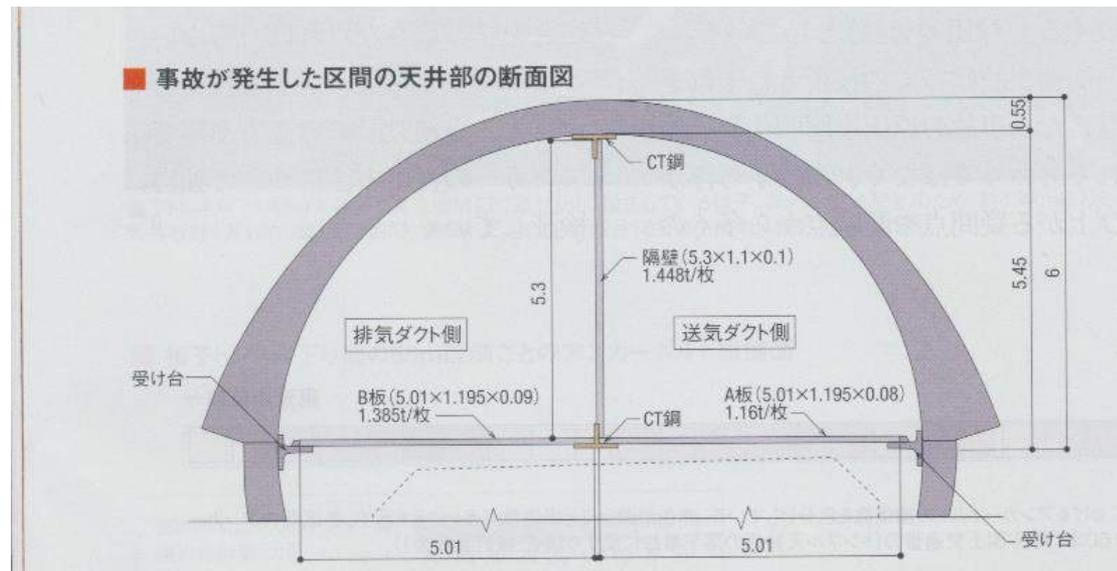
特に建設してから50年を経過する老朽化した構造物が急速に増大。

住みよい社会、国民を守るためにも低コストで耐久性のある構造物の長寿命化開発が新設、既設どちらにも必要。

笹子トンネル アンカーボルト引き抜け

樹脂が劣化
NATM工法
二次ライニング
コンクリート
はほとんど応
力が生じない
として弱いコン
クリートで施工

(株)米倉社会インフラ技術研究所



以上の橋梁やトンネル等の劣化事例から その原因について考えられること

橋梁の劣化：鉄筋腐食、かぶりコンクリートの剥落の原因
⇒かぶりが多孔質のため、ここから空気や雨水が侵入、鉄筋が腐食して、元の体積の2.5倍程度まで膨張し、その膨張圧でかぶりコンクリートが剥落、その後、鉄筋腐食が一層促進されて、構造物の劣化が促進された。

対策：かぶりコンクリートを密実にして、空気や雨水の侵入を防ぐ。建設時から水セメント比が小さいコンクリートで、湿潤養生を十分する施工をする。

補修方法：断面修復工、表面被覆工、橋面防水工、電気防食工等いろいろある。

トンネル：二次覆工コンクリートはW/Cが大きい弱いコンクリート

コンクリート表面の汚れ

(W/Cの大きい弱いコンクリートで湿潤養生を十分していない場合に生じる:多孔質)

カビ・コケによる汚れ:コンクリート構造物表面がスポンジのように多孔質であるため、雨水を保水し易く、天気になれば水分が蒸発しやすい。水分が無くなるとカビ・コケが死滅してその死骸が表面に付着する。その死骸をエサとする新たなカビ・コケが表面に付着する。その繰り返しで、コンクリート表面が黒く汚れていく。このようなコンクリートは空気や水も侵入しやすい。⇒**コンクリート構造物の劣化**

100m平和大通りの「祈りの手」の像 (鉄筋コンクリート製)H29.11.14撮影



カビ・コケによる
黒い汚れが全
面に発生してい
る

原爆死没者慰霊碑（御影石製）

H29.11.14 撮影 後ろに「平和の灯」、原爆ドームが見える



広島平和公園
原爆死没者慰霊碑(1952年)



1952年建立当初はRC造であったが、
老朽化のためか1985年御影石製に
取り換えられている



2017年 平和の灯 健全度調査

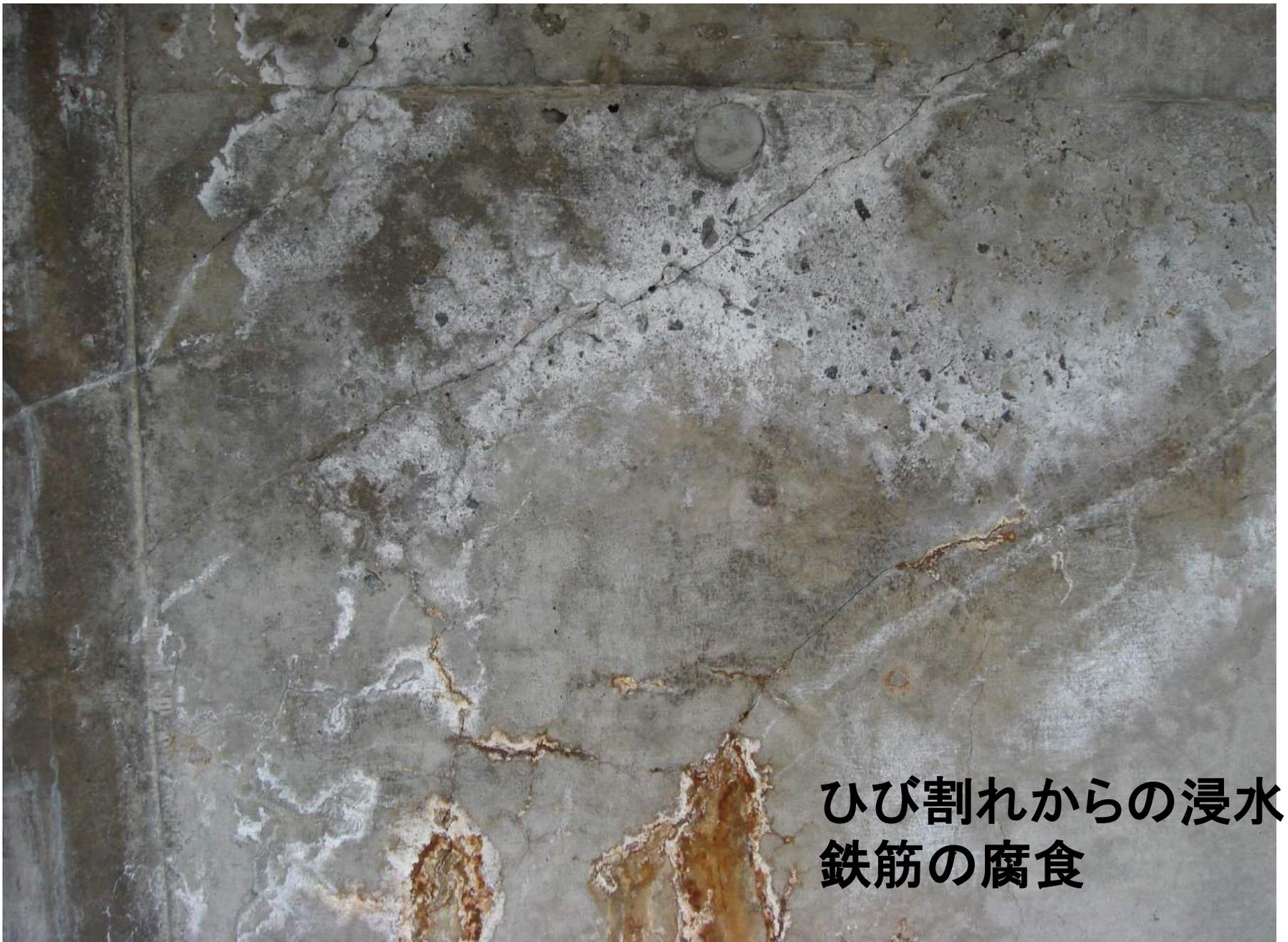
補修試験 平成29年(2017)1月



高圧洗浄実施状況

ジョイント部からの漏水、
高欄コンクリートの劣化、





**ひび割れからの浸水
鉄筋の腐食**



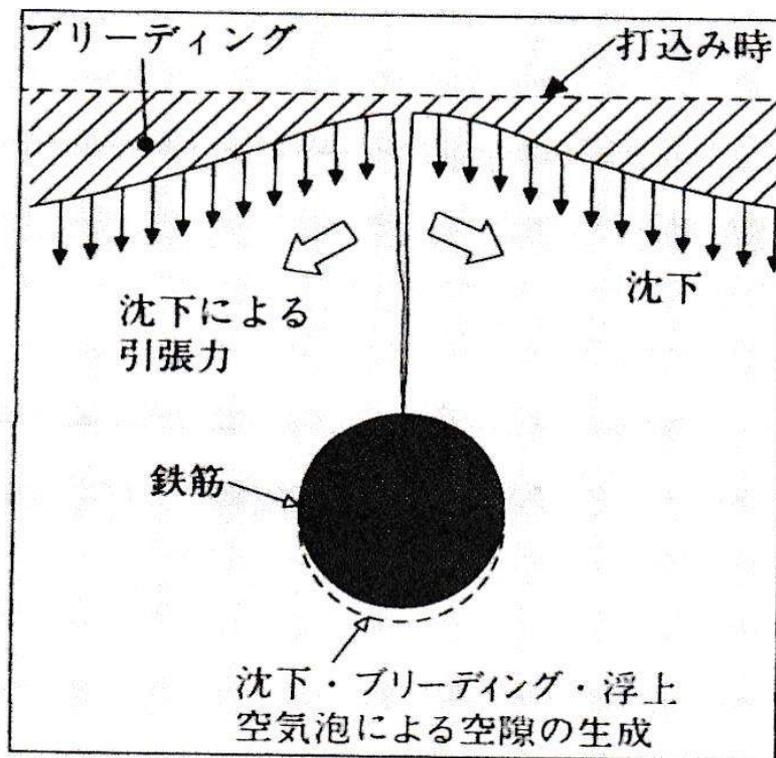
**弱いコンクリート、ひび
割れ、析出物、**



良いコンク
リート、汚れ
ない

ブリージングによる沈下ひび割れ(弱いコンクリート)

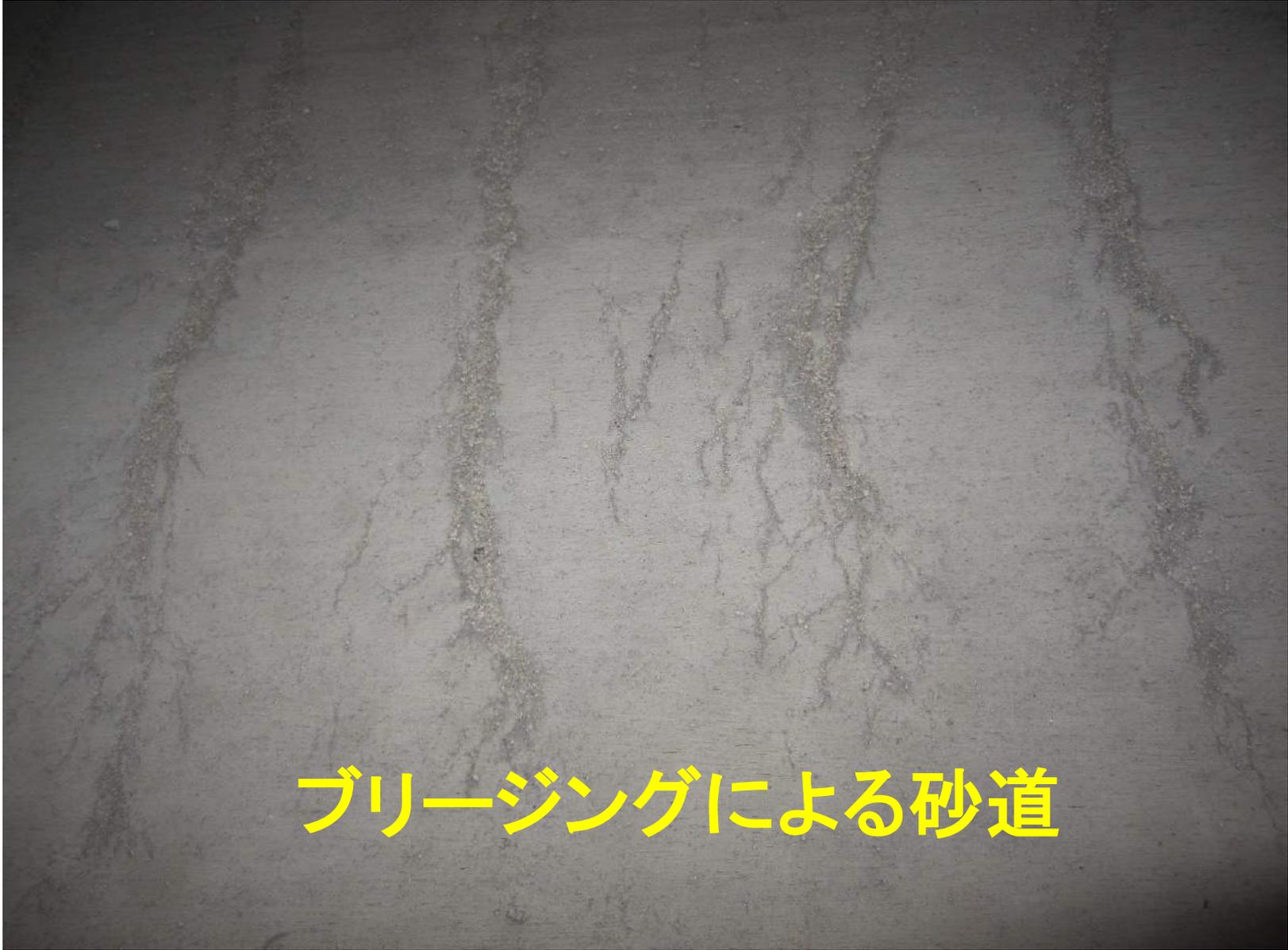
ブリージング終了後にこてで表面をタンピングしてこのひび割れを除去していないと下の階への漏水が生じる



ブリーディングによる悪影響
(日本コンクリート工学協会編/発行『コンクリート技術の要点 '03』 p.60, 2003)

上の階からの漏水補修





ブリージングによる砂道

ブリージング水が水平なセパレーターの下に溜まり、そこが空隙となつて、水道が出来ており、漏水している。コンクリート打設後、数時間後に再振動締め固めをするべきであった。



橋脚打ち継ぎ目からの漏水

ブリージングによるレイタンスを除去せずに打ち継いだ場合の漏水



建設時、建設直後のひび割れ

ブリージングによる沈下ひび割れ

三径間連続桁鉄筋コンクリート床版の橋軸 直角方向ひび割れ

トンネルの温度応力や乾燥収縮によるひび割れ

橋脚の温度応力や乾燥収縮によるひび割れ

コンクリート構造物の劣化に共通した原因

外部から空気や水がコンクリート中に浸入してくるために生じる。

① **コンクリートの中性化** : 空気中の CO_2 が水分に溶け込んで $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応して pH が低下する化学反応。

② **コンクリート中の鉄筋腐食** : 水分に溶け込んだ酸素と鉄筋との酸化反応。

③ **アルカリ骨材反応** : コンクリート中に浸入してきた水分によって膨張ひび割れを生じる。

④ **凍害** : コンクリート中に浸入してきた水分が凍結することによって生じる。