

レインボーブリッジ開通 30 周年を 迎えて

首都高速道路株式会社

1 はじめに

レインボーブリッジは東京港に架かる橋長 798m、中央径間 570m の吊橋である。上層には首都高速 11 号台場線、下層には新交通システム「ゆりかもめ」、一般道である臨港道路及び遊歩道が通っており、東京都心と臨海副都心をつなぐ重要な複合交通施設となっている。その形状や照明について入念な景観検討がなされたレインボーブリッジは、夜間には景観照明によって美しくライトアップされ、東京のシンボルの一つとしても親しまれている。開通は 1993 年 8 月 26 日で、今年 8 月には開通 30 周年を迎えた。首都高速道路株式会社（以下、当社）はこれを記念し、お客さまへ日頃の感謝を伝えるとともに、30 年を共に歩んできた臨海副都心地区の賑わい創出に寄与すべく、様々なイベントを行った。本稿は、レインボーブリッジの概要や建設当時の施工概要、これまでの維持管理、今回の開通 30 周年記念イベントの取り組みについて紹介するものである。

2 レインボーブリッジの概要

2-1. 構造及び諸元

レインボーブリッジの概要、断面図を図-1、2 に示す。レインボーブリッジは上下層のダブルデッキ構造を有する複合交通施設となっており、各々の交通機関が都心部と臨海部を直結する機能を有している。

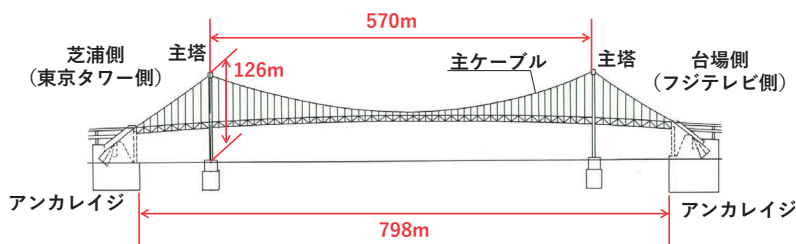


図-1 レインボーブリッジの概要

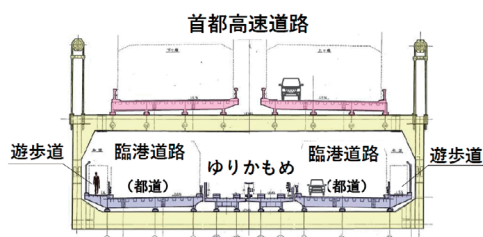


図-2 上下層ダブルデッキ断面図

2-2. 構造的な特徴

レインボーブリッジ建設にあたり、作詩家やデザイナーなどで構成する「東京港連絡橋の景観検討委員会」を設置し、全体景観、色彩、夜間照明、歩行者空間など幅広く検討を行っている。委員会における検討の結果から「港の水面が作り出す水平線と臨海部の高層ビル群による垂直線に調和し、吊り橋の特性を生かした形状として、広がりや伸びやかさのなかに優美な容姿を印象づける、主塔、橋脚の垂直線に柔らかな曲線を配した橋」をコンセプトとして設計が進められた。

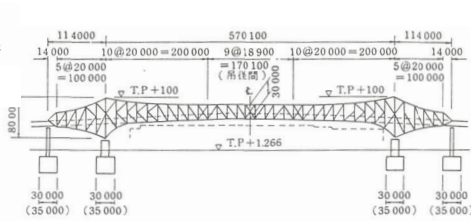
全体の印象が柔らかくなるよう、高速道路面より上には中間水平材を配置せず、真っ直ぐな主塔と橋脚及び将来景観としての高層ビル群の垂直線に対して、主塔のコーナー部を曲面仕上げする等、景観に配慮した構造となっている。

また細部においても、主塔における凹凸感を軽減するためにボルトの添接部を極力減らして溶接継手を多く採用したり、アンカレイジの圧迫感の低減や夜間照明の陰影のためにアンカレイジ外壁にケーブルラインをイメージしたテクスチャーを施すなど景観上の配慮がされている。

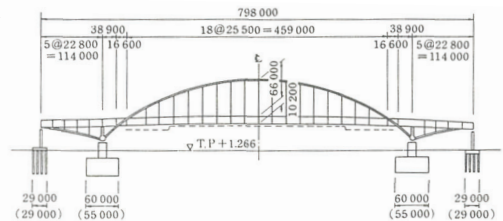
2-3. 橋梁形式の選定

レインボーブリッジの橋梁形式選定にあたっては航路制限として中央径間幅 500m 以上かつ桁下クリアランス 50m 以上、空域制限として海面上 155m 以下の高さ、線形条件として前後区間が曲線区間となる等、種々の制約条件があった。そのため、吊橋、ゲルバートラス橋、斜張橋、アーチ橋、ラーメン橋の5案が橋梁形式の候補に挙げられ、構造的、施工性、経済性を含めた総合的判断から吊橋構造が採用された。

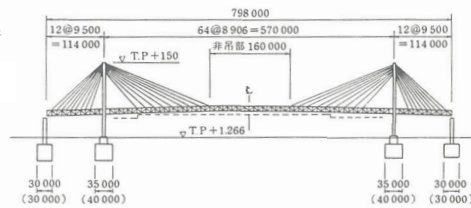
ゲルバートラス橋



アーチ橋



斜張橋



ラーメン橋

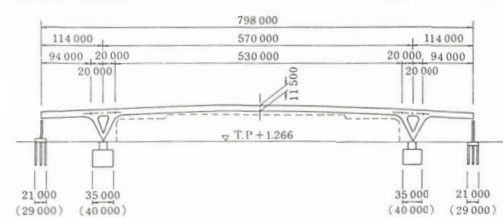


図-3 吊橋以外のレインボーブリッジ橋梁形式

2-4. 施工概要

レインボーブリッジは、1987年（昭和62年）1月の着工から1993年（平成5年）のしゅん功まで約6年半の工事期間を要し、約1,300億円の工費を投じて建設された。

(1) 下部工

主塔の基礎と台場側のアンカレイジの施工は、海上でのニューマチックケーソン工法が用いられた。アンカレイジのケーソンは施工深度が極めて深いことから、特殊な無人掘削システムを採用し掘削から排土まで一連の作業を無人化する方法が取られた。

アンカレイジ本体の施工は、6万m³にも及ぶマスコンクリートであったため、温度ひび割れ対策として超低発熱セメントや液体窒素による冷却骨材を用いたプレクーリング工法等が採用された。



写真-1 無人掘削機による掘削状況



写真-2 液体窒素による骨材冷却プラント

(2) 上部工

主塔の施工は、4つの大ブロックに分けてフローティングクレーンにより架設された。主塔は約120mと巨大なものであったため、23ブロックで構成されており、架設時には基部2ブロック、下部1ブロック、上部1ブロックの計4つの大ブロックに分けられた。

主ケーブルの施工は、キャットウォークと呼ばれる空中足場を用い、素線（亜鉛メッキ鋼線）をまとめたストランドを架設していくPWS（プレハブワイヤーストランド）工法により架設された。主ケーブルは、127本の素線（直径5.37mm）をまとめたストランドが127本（側径間は130本）用いられている。



写真-3 キャットウォークによるケーブル架設



写真-4 フローティングクレーンによる主塔の架設状況

3 レインボーブリッジの景観照明について

3-1. 景観照明の基本計画

レインボーブリッジの景観照明設備は、首都高速道路の長大橋としては「かつしかハープ橋」「横浜ベイブリッジ」に次ぐ3番目のものであり、1993年の開通と同時に導入された。前述の「東京港連絡橋の景観検討委員会」にて、全体景観、色彩計画、夜間照明についての基本計画が提唱された。

基本計画では「ゲート性」「シンボル性」「親水性」「未来性」及び空間的手法(投光方法)や時間的手法(点灯パターン)が掲げられた。2018年には投光器をLED化する更新工事が実施され、建設当時の基本計画を踏襲し、既存デザインを変更することなく当時のデザインを再現している。コンセプトについてはLED化への更新を踏まえ、新たに「景観性」「シンボル性」「社会性」「先進性」の4つを掲げ、公共性の高い長大橋の品格や永続性を踏まえ、長く人々に愛される景観照明を実施している。

3-2. 景観照明設備

レインボーブリッジの景観照明設備は大きく投光器とケーブルイルミネーションに分けられる。投光器は2018年にLED化更新工事が、ケーブルイルミネーションは2012年に更新工事が行われた。投光器にLED照明を採用したことにより、以前より消費電力が大幅に削減され環境にも配慮がされている。投光器の更新工事以前のレインボー色のスペシャルライトアップは、カラーフィルターを投光器に装着する方法により実現していたため、カラーフィルターの制約から5色(赤、黄、緑、青、紫)としていた。更新後は、フルカラーLED投光器を採用し、7色(赤、橙、黄、緑、青、藍、紫)の色で実現可能となり、自然な色合いの変化を可能とした。

3-3. ライトアップ

368灯のLED投光器によって主塔、橋桁下部及びアンカレイジがライトアップされ、加えて152灯のケーブルイルミネーションの組み合わせにより東京港を彩っている。通常時、主塔は白色にてライトアップがされており、夏パターンと冬パターンが存在する。イベント(オリンピック、水の日、クリスマス等)の際には各イベントに合わせて「江戸紫色」「青色」「レインボー色」等、多岐に渡る色でライトアップしている。



写真-5 白色ライトアップ



写真-6 レインボー色ライトアップ

4 レインボーブリッジの維持管理について

4-1. レインボーブリッジの点検

レインボーブリッジの点検は主に概略点検と詳細点検という形で実施している。概略点検は部材の変状状態を近接目視あるいは簡単な器具を用いて行う点検であり、詳細点検は計器による高度な測定を主体に橋梁全体の健全度を判定することを目的とした点検である。

概略点検では、主塔、側塔、主ケーブル、補剛桁、アンカレイジ、伸縮継手の目視点検を部材に応じて2回/年、1回/年、1回/5年の頻度で点検を実施している。

詳細点検では、主塔やアンカレイジの変位、ケーブルの張力測定、塗膜の劣化度、アンカレイジのひび割れ測定などを1回/5年の頻度で点検を実施している。



写真-7 主ケーブル目視点検



写真-8 ケーブルバンド締付ボルト軸力計測

直近の概略点検の結果から建設以降塗替えを行っていない補剛桁の塗膜の劣化が進行し、上塗りの剥離や塗膜の白亜化といった損傷が見つかった。

一方、詳細点検結果においてケーブル、主塔、アンカレイジの変位は正常であり、ケーブルの張力も設計張力と比較して大きな変化はみられず、アンカレイジのひび割れも進展がないなど、目立った損傷は見つからない。ケーブルバンド締付ボルト軸力の低下が見受けられるものの、所定の安全率を満たしている。

上記のとおり、急を要する損傷は発見されていないが、塗膜の劣化など今後補修の必要がある損傷は見つまっている。レインボーブリッジを将来にわたり適切に管理していくためにも、今後も定期的な点検及び計画的な補修を行う必要がある。

4-2. これまでの補修・補強について

4-2-1 耐震補強

兵庫県南部地震を踏まえレインボーブリッジの耐震補強について「首都高速道路の橋梁に関する調査研究委員会」にて検討を行った。検討結果を基に「レベル2地震動によって生じる損傷が限定的なものにとどまり、最悪の事態である落橋や倒壊が起きないこと」を目標として耐震補強工事が実施された。この工事により吊橋構造の長大橋に特有の「損傷の連鎖現象」に特に留意し側塔での横リブの補強をはじめとした様々な耐震補強が施された。

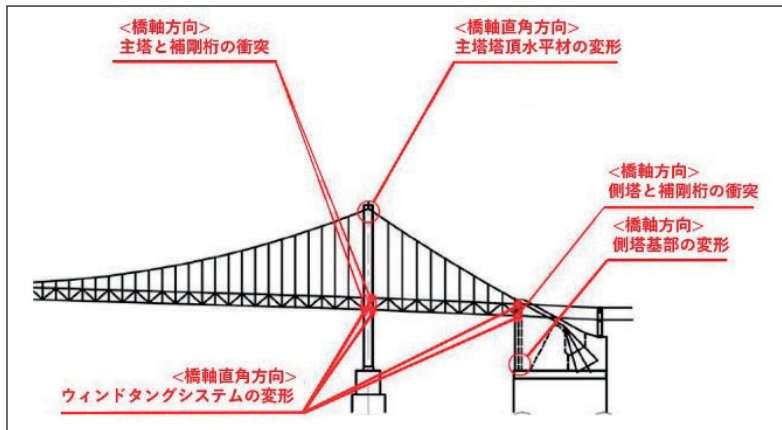


図-4 地震時に生じる損傷想定部位（補強箇所）



写真-9 側塔横リブ補強

4-2-2 鋼床版補強工事

レインボーブリッジは重交通による繰り返し荷重により、鋼床版とトラフリブの溶接部に疲労損傷が頻出していた。調査の結果この疲労き裂は輪荷重による鋼床版の局部変形に起因していることが判明し、予防策として2012年から剛性舗装である鋼繊維補強コンクリート舗装（SFRC舗装）を鋼床版上に舗装することで鋼床版の剛性を高める工事が行われた。

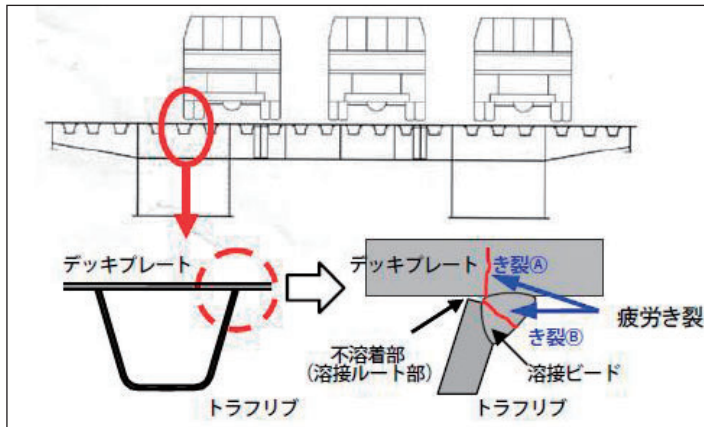


図-5 鋼床版における疲労き裂の概要



写真-10 SFRC舗装に使用される鋼繊維

4-2-3 塗替え塗装工事

1) 主ケーブルにおける塗替え塗装

過去の点検結果から紫外線の影響等により塗装表層部の劣化が確認された主ケーブルでは2012年より塗替え塗装工事が行われた。施工に当たっては作業効率や作業環境を考慮してキャットウォークによる全面足場方式が採用された。塗替え塗装内容としては既存塗膜を可能な限り除去する2種ケレン相当で素地調整を行い、当初と同一のクロロプレン系ゴム塗料で塗替えられた。



写真-11 塗替え塗装前

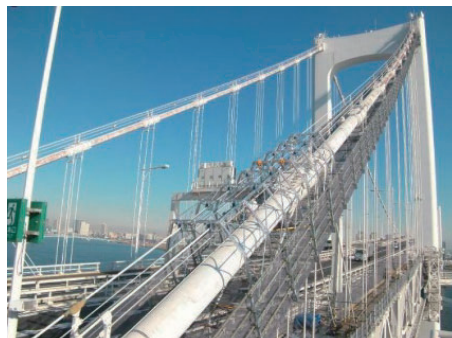


写真-12 キャットウォーク設置状況

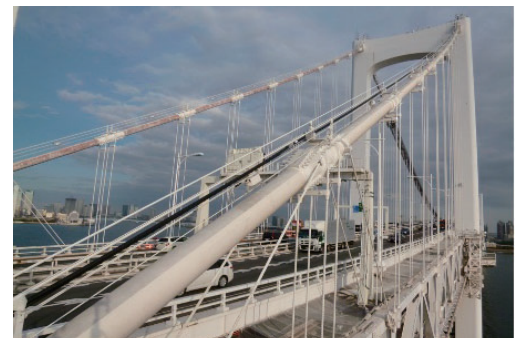


写真-13 塗替え塗装後

2) 主塔における塗替え塗装

主ケーブル同様に紫外線等の影響により塗膜の劣化が確認されていた主塔では、後に控える東京2020大会の会場が周辺に点在することも踏まえ、景観上の対応として2020年に塗装工事が実施された。施工方法として塔柱部はゴンドラを用いて夜間車線規制、塔頂水平部はロープアクセスを用いて24時間上下線通行止規制で行われた。塗替え塗装内容としては、塔柱部と塔頂水平部については4種ケレン、化粧板境界の発錆部については3種ケレンで素地調整を行い、上塗りが更新された。



写真-14 ゴンドラによる塔柱部の施工状況



写真-15 ロープアクセスによる塔頂水平部の施工状況

4-2-4 主ケーブル送気システムの導入

吊橋構造の橋梁が多い本州四国連絡橋などの調査状況から、主ケーブル内部は高湿度の腐食環境下にあることが知られており、レインボーブリッジにおいても一部素線（亜鉛メッキ鋼線）の発錆が確認されていた。そのため、2013年に主ケーブルの塗替えと合わせて素線の腐食進行を抑える目的で主ケーブル送気システムを導入した。アンカレイジに設置した送気システム機器から乾燥空気をカバー内の主ケーブルに送り込むことで発錆を防止するものであり、これにより主ケーブル内部の相対湿度を40%以下に保ち素線の良好な状態を保つことが可能となった。



写真-16 アンカレイジに設置した送気システム機器



写真-17 主ケーブル送気カバー

5 レインボーブリッジ開通 30 周年記念のイベントについて

5-1. 開通 30 周年記念展示

8月24日（木）から27日（日）の4日間、レインボーブリッジの整備効果や開通30周年の歴史を振り返るとともに、「あなたと、あなたをつなぐ橋」をテーマとした写真展をお台場の特設会場にて開催した。会場では、写真展の他、レインボーブリッジや臨海副都心地区の歴史を記したパネルの展示や、お台場を巡りながら楽しめる「謎解きゲーム」のキットやパンフレット・ノベルティの配布も行い、4日間で約3,200名の方に来場いただいた。



写真-18 写真展



写真-19 ヒストリーパネルの展示

5-2. レインボーブリッジ主塔登頂ツアー

通常は関係者を除き立入が制限されている主塔の頂上に、一般のお客さまをご案内するイベントを開催した。参加者の募集は後述の特設WEBサイトにて行ったが、計8日間という短い募集期間のなか、24名の参加枠に対して総計1,166組（1,753名）の応募があり、当選倍率は73倍にのぼった。イベント当日は、建設当時の映像や模型を用いたレインボーブリッジの紹介、主塔での注意事項の周知を行い、ヘルメットや安全帯を装備のうえ、参加者の安全管理を徹底し主塔頂上にご案内した。主塔の内部や頂上は一般に公開することを前提とした構造ではなく、安全管理も容易ではないため、限られた人数のご案内となった。ツアー参加者の主塔頂上の滞在時間は、行程の都合上約10分程度と短い時間であったが、東京都心や臨海副都心を一望する絶景をお楽しみいただき、満足度の高いイベントとなった。また、同ツアーはTV局4社、一般紙、専門誌、及びWEBメディア10社による取材が入り、その様子は多くのメディアで取り上げられた。



写真-20 主塔頂上からの眺め（台場側を望む）



写真-21 ツアー参加の様子

5-3. 記念ライトアップ

30周年記念のスペシャルライトアップとして8月19日（土）から27日（日）の期間、毎日異なる色にてライトアップを実施した。通常は白色でのライトアップを行っているが、今回は新色も含めた計8色を用い、それぞれの色にメッセージを込めて30周年を祝福した。

開通30周年にふさわしい新たなライトアップとして、これまで表現したことがない新しい色での点灯を企画し、世界的な照明デザイナーである石井幹子先生の監修のもと、試験点灯を実施、事前に照らし方を確認したうえで最終的な色を決定した。

1日目の色は「碧色（へきしょく）」にライトアップ。込められたメッセージは「海と緑につつまれた「碧い地球」を大切に！」。初日からSNSやニュースで広く取り上げられた。2日目以降は「紫色」、「青色」、「緑色」、「黄色」、「橙色」と虹色を構成する色からなるライトアップが続き、6日目は「江戸の文化を継承して」とメッセージが込められた「江戸紫色」にライトアップ。30周年当日の8月26日はレインボー色にて点灯すると同時にサプライズで記念花火を打ち上げ、お台場付近では大きな歓声が沸き起こった。最終日も同様にレインボー色でライトアップを行い、今回のスペシャルライトアップは幕を閉じた。SNSでも毎日のライトアップを楽しみにする声や、一緒になって30周年をお祝いする声を多くいただき、多くのお客さまにお楽しみいただけたイベントとなった。



写真-22 碧色

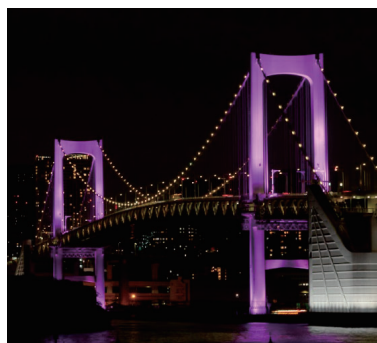


写真-23 紫色



写真-24 青色



写真-25 緑色

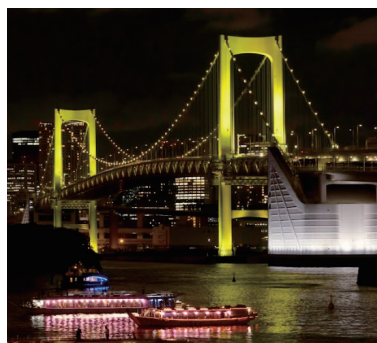


写真-26 黄色



写真-27 橙色

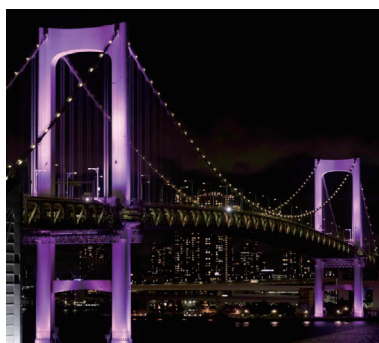


写真-28 江戸紫色



写真-29 レインボー色 (8/26)



写真-30 レインボー色 (8/27)

5-4. その他 30 周年広報

1) 特設 WEB サイトの公開

開通 30 周年広報の一環として、特設 WEB サイトを開設した。サイト内には前述のイベント内容の告知、レインボーブリッジの整備効果のほか、レインボーブリッジや臨海副都心地区のこれまでの歴史を振り返る映像・写真コンテンツを掲載。また、今回のイベント用のロゴや、ロゴを用いたキービジュアルを作成し、開通 30 周年の効果的な広報を図った。サイトの内容は、橋のみならず、お客さまに馴染みの深い商業施設や道路以外の公共交通機関の歴史にも触れ、親しみやすい内容とした。また、同サイトでは『RAINBOW RADIO』と称した音声コンテンツ（ポッドキャスト）も展開した。これは、レインボーブリッジを題材とした複数の登場人物の人間模様を描いたラジオドラマで、日ごろ橋や道路に対する関心の低い層にも楽しんでいただけるコンテンツとした。また、全 7 話のうち最終話のエピソードを同サイト内で募集することで、ユーザー参加型のコンテンツとした。



図-6 レインボーブリッジ開通 30 周年特設サイト

2) ポスター・リーフレットによる告知

今回のイベントの実施にあたり、事前に告知用のポスター及びリーフレットを制作した。これらの広告物は当社パーキングエリアのほか、イベントの目的の一つにもなっている「臨海副都心地区の賑わいの創出」をふまえ、お台場エリアの商業施設や、ゆりかもめの各駅に掲示していただいた。



図-7 告知用印刷物（左：ポスター、右：リーフレット）

3) その他の告知・メディア報道

イベントの告知は上記のほか、インターネット上で多数実施した。内容としては、当社の SNS アカウント（Facebook、X（旧 Twitter））やブログにおける投稿、当社が提供するラジオ番組内の CM 及び各 SNS（Facebook、Instagram）への広告出稿である。

また、レインボーブリッジが開通 30 周年というニュースは専門誌のみならず一般紙や TV 番組でも大きく取り上げられ、前述の主塔登頂ツアーや記念ライトアップについても報じられた。報道の実績としては、30 周年当日の 8 月 26 日を中心に、WEB ニュースでは 31 件、新聞では 9 件、TV では 16 番組であった（件数は当社調べ）。

6 おわりに

本稿では、レインボーブリッジが開通から今年で 30 周年を迎えたことから、レインボーブリッジの概要、当社にて取り組んできた点検・補修・景観照明の内容及び開通 30 周年の記念に実施した各種イベントの内容について紹介した。

開通 30 周年のイベントの中で、お客さまからは表-1 に記載のようなお祝いのメッセージをいただいた。本稿ではごく一部の紹介となるが、いずれもレインボーブリッジを大切に思うメッセージであった。たくさんのお客さまのメッセージを頂いたことに感謝するとともに、この先もずっとレインボーブリッジが愛され続ける橋であるよう着実な維持管理を実施していく。

表-1 お客さまからの祝いメッセージ

普段なにげなく使っていたレインボーブリッジですが、30 年になることを SNS で知りました。今まで多くの交通を支えていただきありがとうございました。同時に、今後も数多くの物流や利用者の思いを支えていってください。	20 代・男性
生まれた頃から利用していたレインボーブリッジ。堂々の開通 30 年。一緒に歳を取りました。おめでとうございます。これからも立派な東京のシンボルとして末長く愛されますように。	30 代・女性
開通 30 周年おめでとうございます。子供の頃からテレビで見る都会の象徴的な橋でした。大人になり、バイクで首都高からレインボーブリッジを渡るときはいつもテンションが上がります。	30 代・男性
私が土木の勉強を始めたきっかけがレインボーブリッジであり、大好きな橋、憧れの橋でもあります。	20 代・男性
もう 30 年も経ったのですね。おめでとうございます。お台場に行くにはかかせない橋であり、見た目も素敵で人気。毎回レインボーブリッジを渡るときはわくわくするし、ちょっとでも姿が見えると思わず写真を撮りたくなります。ライトアップはもちろん、昼間の姿もいつもかっこいい。これからも楽しみにしています。メンテナンスいつもありがとうございます。	50 代・女性