

東京ゲートブリッジで行われている モニタリングシステムと課題



国土交通省 関東地方整備局
東京港湾事務所 企画調整課長
鈴木 誠

目次

1. 東京ゲートブリッジの概要
 - 事業目的
 - 構造上の特徴
 - 最近の動向
2. モニタリングシステムの概要
 - 導入目的
 - システム概要
 - 疲労損傷メカニズム
 - Weigh-In-Motion
3. モニタリングシステムの今後について

1. 東京ゲートブリッジの概要

○事業目的

東京港とその背後圏とのアクセス向上により、物流の効率化及び物流コストの削減を目的として、大田区と中央防波堤外側埋立地を経由して江東区を結ぶ東京港臨海道路全長約8.0kmの道路のうち、約2.6kmにわたる橋梁部分が『東京ゲートブリッジ』である。

■東京ゲートブリッジの概要

・構造形式:

(主橋梁部)連続トラス・ボックス複合構造
(アプローチ橋梁)連続鋼床版箱桁

・構造諸元:

橋長=2,618m 桁下高さ=A.P.+ 54.6m
総重量=約36,000トン(東京タワーの9倍)

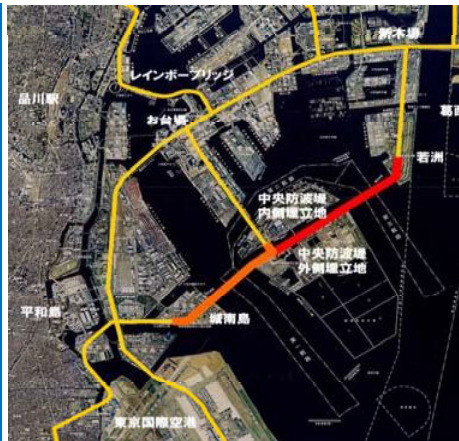
■整備主体 国が整備を行い、管理委託により東京都が管理

■整備期間 2002年度～2011年度
(2012年2月12日 開通)

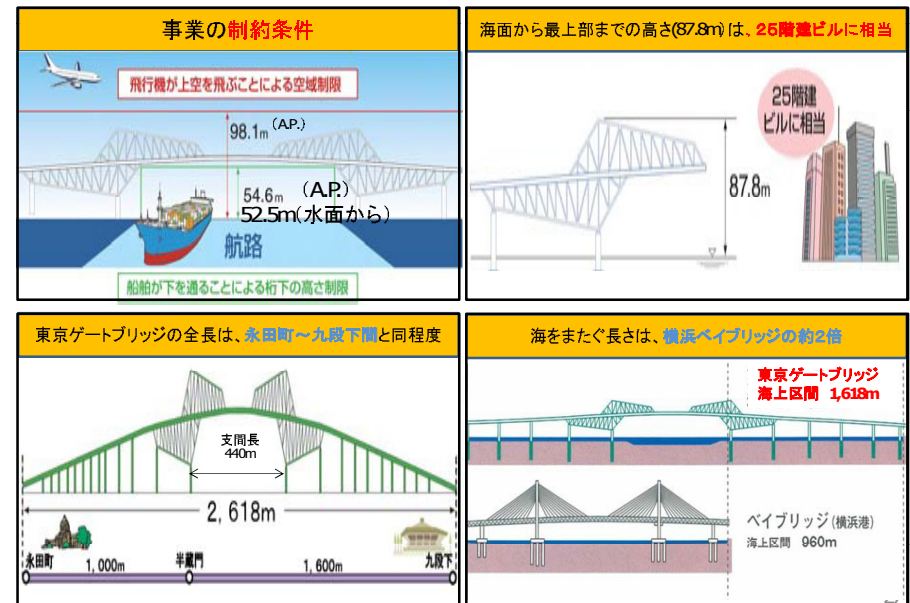
■計画交通量 32,100台/日(2010年推計)

■車線数 往復4車線

■設計速度 50km/h

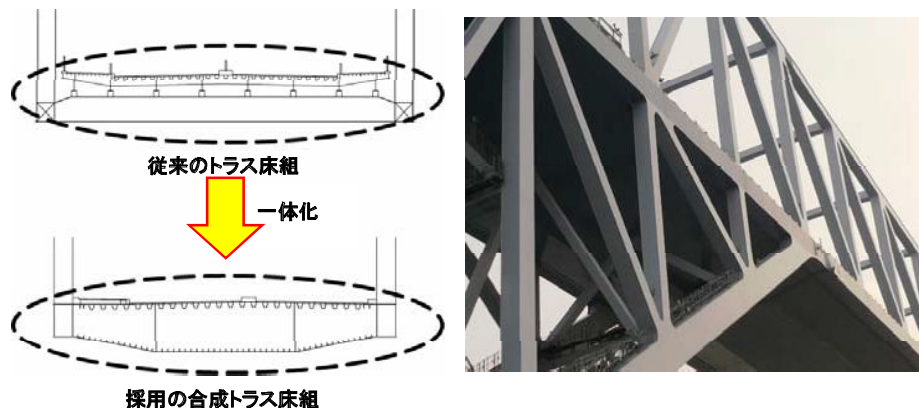


○構造上の特徴 (1)



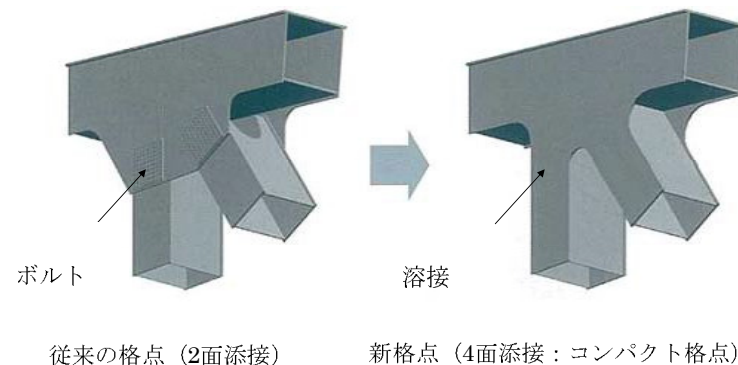
○構造上の特徴 (2)
(トラスとボックス桁の一体化)

本橋では、鋼床版の床組をフルボックスの箱桁形式とし、トラスの弦材と一体化することで、トラス中弦材の断面力は大幅に軽減されている。本構造では図-1に示すように支承を省略することができ、また、外面塗装面積が格段に減少しているため、維持管理を含めた経済性で優れたものとなっている。



○構造上の特徴(3)
(トラス格点と全断面現場溶接)

格点の応力伝達機構を明確にするため、FEM解析を設計に導入し、応力が円滑に伝達できるコンパクトな新しい4面添接継手の開発・実用化。
全断面現場溶接の採用は鋼材重量の縮減や塗装耐久性の向上による経済性、そして、景観性やスマートな近代的トラスへの演出等を含めたトータルコストへの寄与。

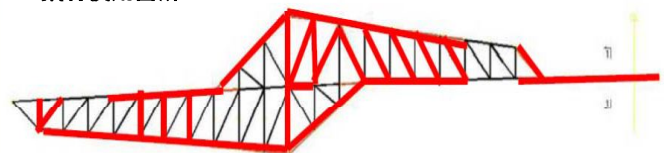


○構造上の特徴(4)
(橋梁用高性能鋼材の採用)

■特徴

1. SM570材に比較して降伏強度が高いため鋼重を削減。
2. SM490Yと同様の溶接施工性を有する。
3. 冷間曲げ加工性能としての曲げ半径が板厚の7倍まで許容。

BHS鋼材使用箇所



凡例

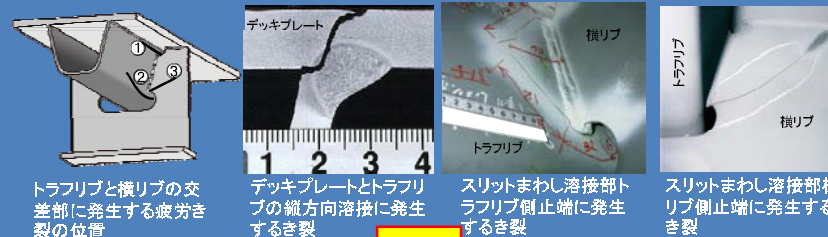
- BHS500
- その他 (SM400A, SM490Y)

効果(コスト縮減)

鋼重で約3%減、材料製作費で約12%減の効果が期待できる。

○構造上の特徴(5)
(高疲労耐久性を有する鋼床版構造を採用)

一般的な鋼床版構造を適用した橋梁について疲労損傷の発生が疲労問題が顕在化してきた時期であった。



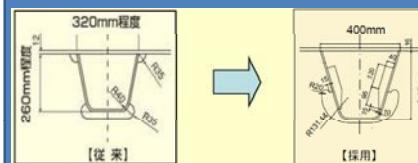
トラスリブと横リブの交差点に発生する疲労き裂の位置

デッキプレートとトラスリブの縦方向溶接に発生するき裂

スリットまわし溶接部トラスリブ側発生するき裂

スリットまわし溶接部横リブ側発生するき裂

静的FEM解析、載架試験、疲労試験を経て鋼床版のデッキプレート厚を16mmとし、トラスリブの形状を変更



本橋で採用鋼床版構造



静的載荷試験



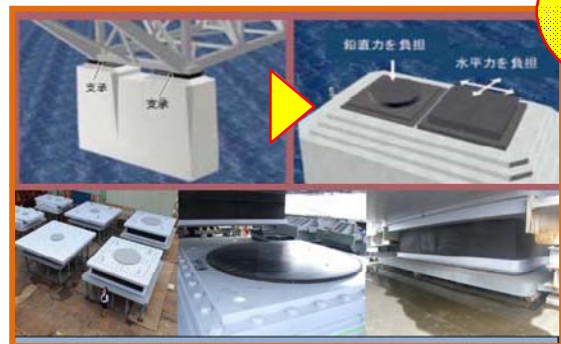
疲労試験

○構造上の特徴(6)
(すべり型免震支承を採用)

免震支承について構造比較を行ったところ、本橋に発生する地震時水平力は、これまでの免震支承の実績の約3倍に達する。

支承の各機能を役割の異なる2つの支承(荷重支持版とバッファ)で分担することによってコンパクトにできる“すべり型免震支承”

『支承構造の小型化』により下部工建設コストを縮減



参考:ライトアップ

○最近の動向

主なモニタリングシステム視察と取材

- ①151106 内閣府イノベーション会議議員視察(7名)
- ②151124 川崎市視察(2事務所17名)
- ③151208 在京大使館視察(33カ国55名)
- ④160309 NHKネット情報部取材



③視察状況(海上)

①視察状況(橋梁内)

②視察状況(電気室内)

2. モニタリングシステムの概要

○導入目的

①道路管理

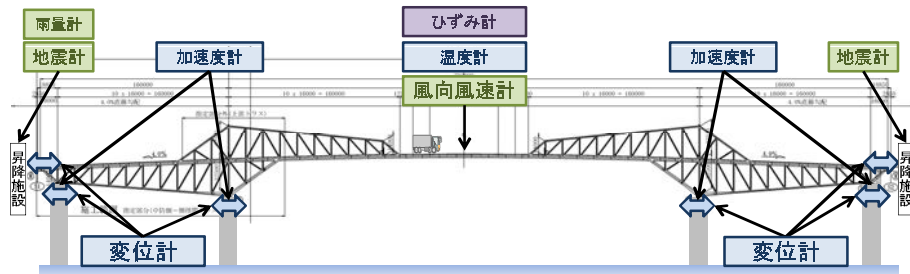
日常または緊急時における適切な道路管理のための情報取得。

②予防保全

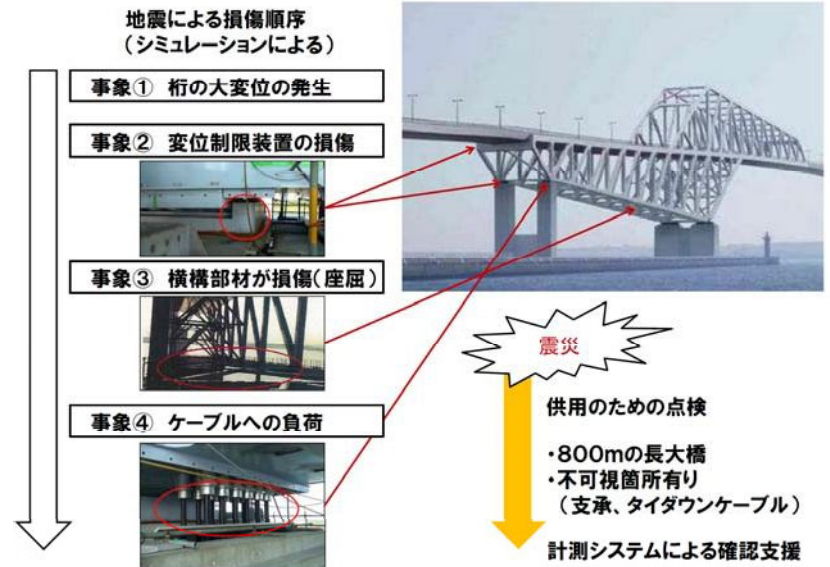
供用年数100年以上を目指す交通荷重による構造物への負荷を長期定量的に把握。

○システムの概要

システム 導入目的	交通管理情報の取得	構造物のモニタリング		
		震災時の早期対応	日々の橋梁管理	予防保全による早期対策
システム 導入効果	迅速な交通規制・通行止めの実施および解除が可能となる	目視点検に比べ、損傷状況を迅速かつ簡易に判断でき、道路規制の早期解除が可能となる	日々の温度による挙動を定量的に把握することで、構造物の健全性が確認可能となる	交通荷重による構造物への負荷を長期定量的に把握し、設計時の想定と比較することで、予防保全による対策が可能となる
モニタリング対象	風向風速 雨量 地震(震度)	サイドストッパー 伸縮装置 タイダウンケーブル	支承変位 橋桁温度	通行車両情報(重量、台数)
モニタリング機器	風向風速計 雨量計 地震計	加速度計 変位計	変位計 温度計	ひずみ計



○疲労損傷メカニズム



○疲労損傷メカニズム(2)

地震時の早期対応 計測箇所

シミュレーションで想定された損傷事象に対して計測箇所を選定

○疲労損傷メカニズム(3)

地震時の早期対応 計測箇所

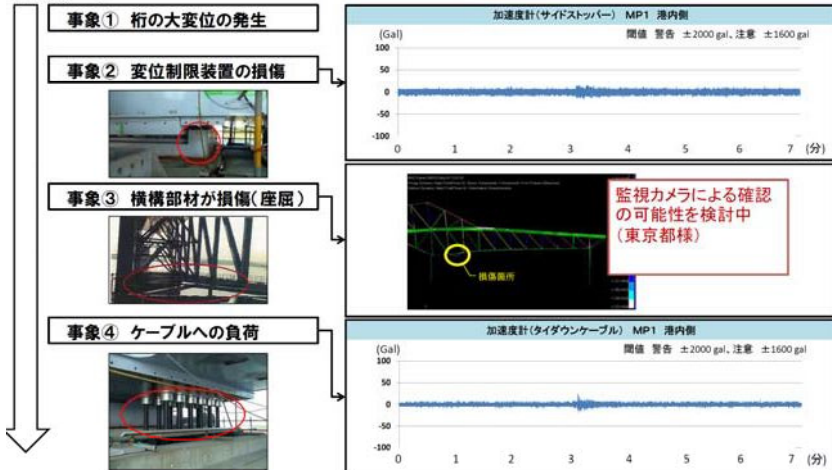
閾値超過した計測箇所を黄色/赤色で表示し、点検箇所を明示

参考:計測事例 地震

■ 地震事例

発生時刻	震源地	最大震度	マグニチュード	江東区震度
2015/9/12 5:49頃	東京湾	震度5弱	M5.2	3

■ 計測データ



参考:通行規制基準

内容等	車道部		歩道部
	規制	通行止	内容(通行止)
風	平均風速15m/s以上 30km規制	平均風速20m/s以上	平均風速15m/s以上
雪	降雪初期 ・30km規制 ・徐行又は走行注意	本格的降雪から積雪除去完了まで	降雪当初から積雪除去完了まで
凍結	一部区間に凍結が見られた場合 30km規制	強固な凍結が見られた場合	凍結発見から凍結解消まで
霧	視界100m以下 (濃霧注意報) 30km規制	視界50m以下 (濃霧注意報)	視界50m以下 (濃霧注意報)
雨	時間雨量20mm以上 (大雨注意報) 30km規制	時間雨量40mm以上	時間雨量20mm以上
地震	震度4以上 30km規制	震度5強以上	震度5強以上
雷	-	-	雷注意報発令されたときから解除されるまで

○ Weigh-In-Motion(ひずみ計)

動態観測

橋梁のセンシングは数多くの実橋で行われ、その躯体に設置された各センサ(加速度計、速度計、変位計、GPS、地震計、風向風速計等)から、貴重な外乱と応答のデータを取得設計に対する応答の同定、またその後の設計に対するフィードバックなどに用いられてきた。

Weigh-In-Motion

Weigh-In-Motionは交通車両が橋梁を通過したときに生じるひずみから、逆解析により、通過車両重量を算定する方法である。瞬時に車両重量が得られることで、過積載の違反車両の取締りや、疲労環境評価などにその適用が可能。橋梁のセンシングは設計へのフィードバックのみならず、応答から供用状態を定量的に評価し、維持管理の合理化と点検の効率化への貢献を図る。

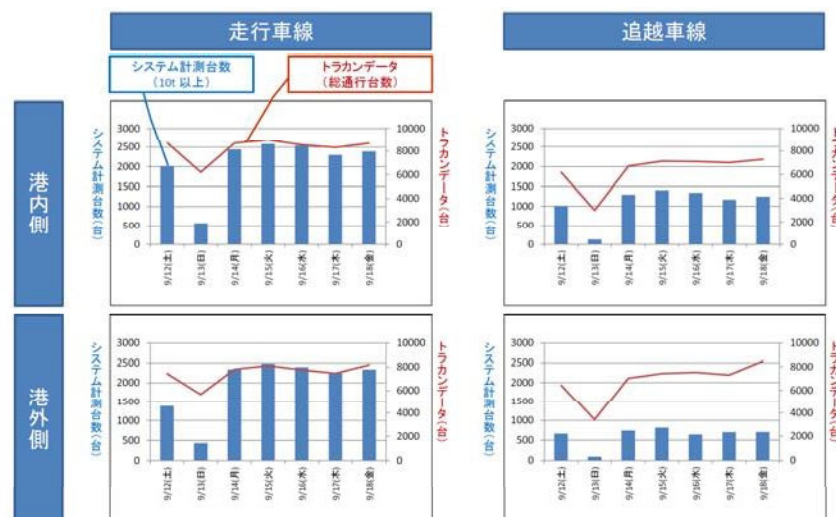
維持管理・予防保全対策に寄与!

今後懸念される点検技術者の不足に対応!

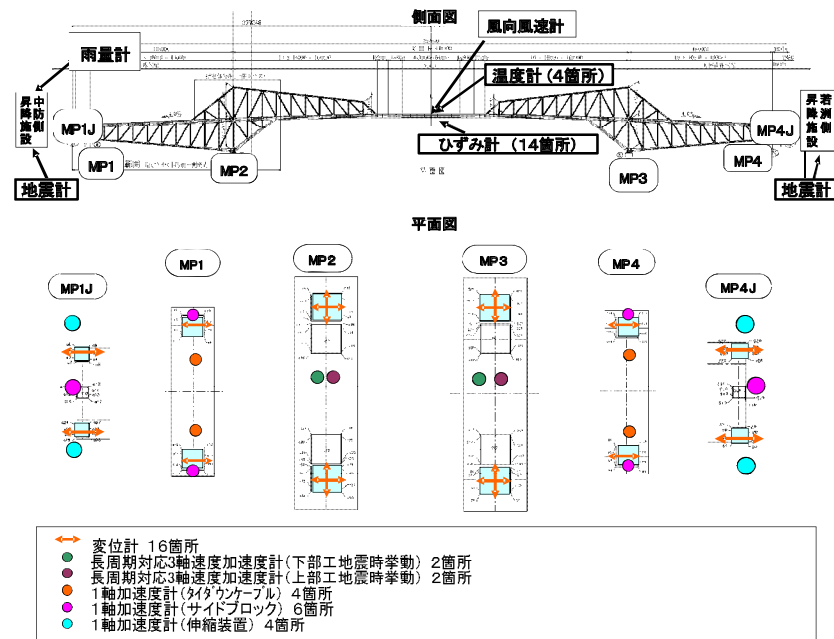
震災直後の早期に供用の可否を判断が可能!

参考:計測事例 地交通量

一週間(2015.9.12(土)~2015.9.18(日))における通行台数データ(10以上)



参考：計測対象センサ構成、配置図



(参考)東京ゲートブリッジ『モニタリングシステム』

センサーによるデータ収集

伸縮装置

床組構造

支承構造

センサーデータによるモニタリング

モニタリングシステムによる監視

橋梁の異常検知システム

早期検知システム

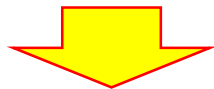
大型車通行量のモニタリング

光ファイバケーブルでデータ転送

3. モニタリングシステムの今後について

○課題

- ・計測機器の寿命
- ・計測機器の感度
- ・計測機器の維持コスト



○検証及び検討

- ・蓄積データ検証
- ・モニタリングシステムの検証
- ・維持管理に配慮した機器の選定
- ・予防保全対策の検討
- ・今後のデータの活用の検討



ご清聴、ありがとうございました。