

## (仮称)矢部川橋のストッパー構造性能検証試験

国土交通省有明海沿岸道路出張所

横峯 正二

独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹

○独立行政法人土木研究所 正会員 遠藤 和男

(財) 海洋架橋・橋梁調査会 正会員 貴志 友基

### 1. はじめに

(仮称) 矢部川橋は、地域高規格道路の有明海沿岸道路の一部として、福岡県内で建設が進められている3径間連続PC斜張橋である。本橋は、平面の曲線を有する斜張橋として計画されていることから、主塔部において常時上部構造からの水平力が作用する構造となっている。常時においては、この水平力に対して抵抗する構造が必要とされるが、大規模地震時に橋全体として耐震性能を向上させるためには、主塔部において上部構造の変位を許容する構造の方が有利となる。このため、常時の水平力に対して抵抗するとともに、大規模地震時にある一定以上の水平力が作用した場合の変位が許容可能なトリガータイプのストッパーの採用が計画されている。ストッパー構造は、充填材（シリコン系有機材料）をシリンダー内部に封入し、充填材の圧縮性を利用している（図-1）。充填材の初期封入圧相当荷重まではピストンは動かず、初期封入圧相当以上の荷重が除荷されると初期位置にピストンが復元するというトリガー機能及び自己復元機能を有するデバイスである。このようなストッパーの採用事例がこれまでにない新しい構造であることから、現場での使用環境条件に応じた実験的な性能検証を実施することを目的として、ストッパーモデルの荷重試験を行い、ストッパーの力学特性に関するデータを取得した。ここでは、ストッパーの基本的な荷重-変位特性及びその温度・荷重速度依存性に関する結果を報告する。

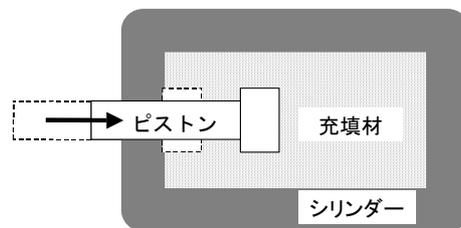


図-1 ストッパー構造模式図

### 2. ストッパーの要求性能

ストッパーに対しては以下の要求性能が設定されている。（図-2）

- (1) 一定荷重以下での変位は微小であること。
- (2) 一定荷重を超えると変位が発生し、荷重-変位の骨格線を描くこと。
- (3) 一定荷重を超えて大きな変位を生じた後に、除荷されると一定荷重までは荷重-変位の骨格線を描き、一定荷重以下になると変位が初期変位にもどること。
- (4) 荷重-変位特性が、温度変化（大凡-10℃～+40℃）及び荷重速度に依存しないことが望ましいが、依存しても想定した範囲内であること。
- (5) 動的な繰返し荷重によっても特性がほとんど変化しないこと。変化しても想定した範囲内であること。
- (6) 耐久性を有すること。

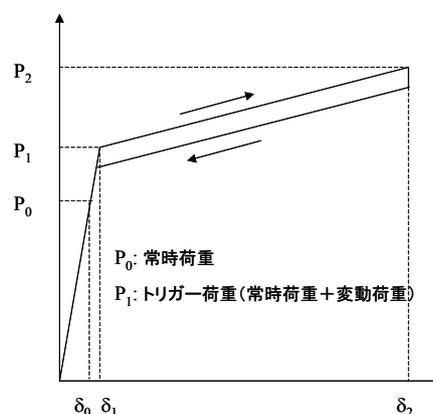


図-2 荷重-変位特性

### 3. ストッパーモデル

ストッパーは、充填材の圧力状況（初期封入圧、最大封入圧力及び圧縮過程）によって設計が決まるため、実橋でのストッパーの圧力状況と等価となるようにモデルの設定を行った。本試験では、加振機の限界性能から、トリガー荷重（ $P_1$ ）、最大荷重（ $P_2$ ）及び最大変位（ $\delta_2$ ）が実橋の1/5（ $P_1=330\text{kN}$ 、 $P_2=660\text{kN}$ 、 $\delta_2=60\text{mm}$ 、+15℃時）のストッパーモデル（図-3）を使用した。

### 4. 荷重試験

荷重速度およびモデル温度を変化させて計20ケースの荷重試験を実施した（図-4）。荷重は変位制御とし、荷重速度は、0.5mm/s、1mm/sで60mmまで片押し荷重（三角波1波）と0.1Hz、0.3Hz、0.65Hzで片振幅60mmの正弦波

キーワード：ストッパー、PC斜張橋、耐震性向上

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL029-879-6773 Fax029-879-6736



図-3 ストッパー模型



図-4 試験状況

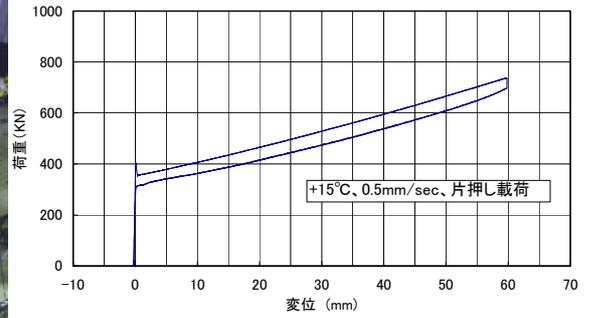


図-5 荷重-変位曲線

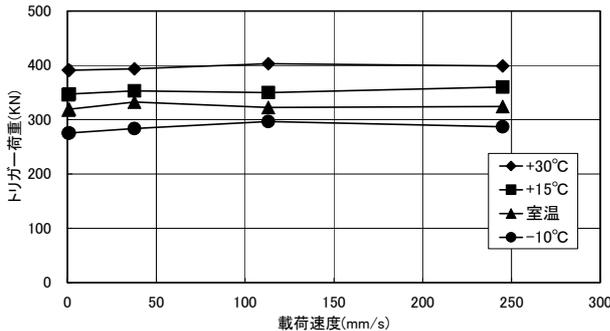


図-6 トリガー荷重-載荷速度関係

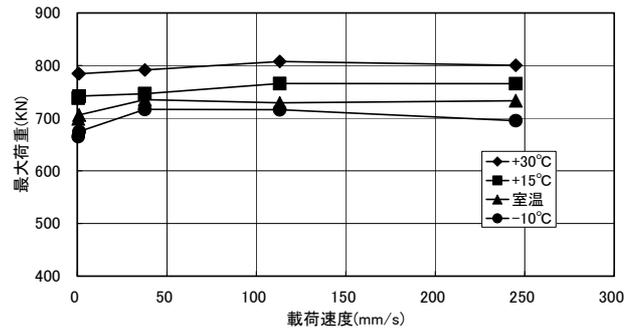


図-7 最大荷重-載荷速度関係

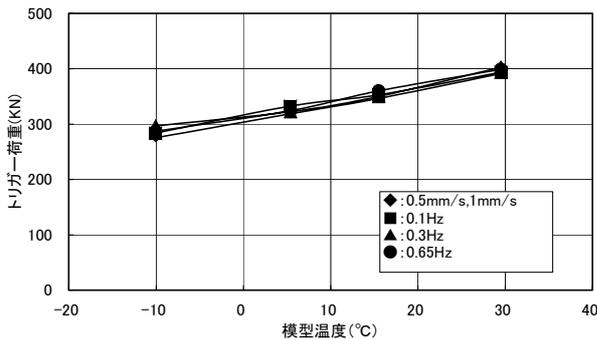


図-8 トリガー荷重-模型温度関係

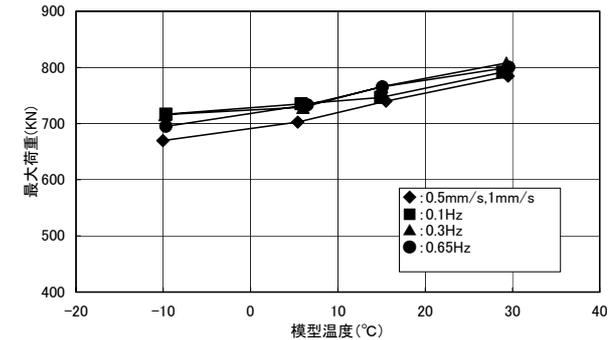


図-9 最大荷重-模型温度関係

載荷（3波）の5ケース、模型温度は、+30°C、+15°C、室温、-10°Cの4ケースとした。載荷速度及び模型温度は、地震応答解析結果及び現地気温条件より設定した。また、載荷前には模型ストッパーを恒温槽に48時間程度放置し、模型温度が安定した後に試験を行った。

5. 試験結果

図-5に+15°C、0.5mm/s片押し載荷（三角波1波）での荷重-変位曲線を示す。その他試験ケースの荷重-変位曲線においても同様の特性を示し、トリガー荷重以下での変位は1mm程度と微小であり、トリガー荷重を超えると増大し、除荷されると変位はゼロに戻った。これら荷重-変位曲線から算出されるトリガー荷重（ $P_1$ ）、最大荷重（ $P_2$ ）と載荷速度、模型温度の関係をまとめたものを図-6～9に示す。

6. まとめ

何れの試験ケースにおいても要求性能(1)～(3)を満足する荷重-変位特性が得られた。また、トリガー荷重、最大荷重に対する載荷速度依存性は小さいが、比較的顕著な温度依存性が確認された。これは温度変化に伴う充填材の体積変化によるシリンダー内圧の変化に起因するものと思われる。但し、その変化（約3kN/°C）を設計時の条件設定に考慮することにより実橋での対応は可能であり、要求性能(4)を満足している。要求性能(5)、(6)に関しては、0.65Hz、片振幅60mm、連続50波の正弦波載荷試験も別途実施しており、動的な繰り返し荷重によっても荷重-変位特性の変化は小さく、耐久性を有していることも確認している。