

I - A89

既設横桁の開口に伴う補強方法に関する実験

首都高速道路公団 正会員 牛越 裕幸

首都高速道路公団 正会員 伊原 茂

首都高速道路公団 正会員 植木 博

1. はじめに

既設横桁の腹板にマンホールを設置する場合、その補強方法としては溶接によりダブルリング補強する方法がある。しかし、活荷重の作用下での溶接は、既設横桁への熱影響及び溶接の精度等から避けることが望ましい。本実験では、横桁開口部の補強方法を検討する上で以下のことを考慮した。

①実橋に近い断面を用いた静的載荷実験。

②開口部の補強方法の検討

③開口に伴う座屈の検討

2. 実験概要

2. 1 供試体

供試体の形状寸法および補強方法を図-1に示す。供試体の形状寸法は実橋の横桁とはほぼ一致するように、桁高1m、腹板厚6mmとした。なお、載荷点及び支点においては、垂直補剛材を設置し補強した。各供試体の種類は、形状寸法は等しく、横桁腹板に供試体の両端から1/4点に開口を2箇所設けた。供試体の種類は3種類であり、それぞれ2体ずつ製作した。Type1は開口率を0.5、Type2は0.6とし、ともにダブルリング補強とした。また、Type3は開口率を0.6としフランジ付きのH.T.B.接合で補強した。

2. 2 載荷方法

一般に横桁中央部における断面力としては、主桁の不等沈下による曲げモーメント及びせん断力が生じる。したがって、本実験においては単純桁の支間中央部に一点載荷を行い曲げせん断力による横桁腹板の力学的挙動を把握することとする。

3. 実験結果

3. 1 供試体の変形性状

支間中央の荷重および鉛直変位との関係を図-2に示す。溶接によりダブルリング補強したType1及びType2は荷重が最大値に達した後、変位の増加に伴い耐力力が急激に低下している。それに対して、フランジ付きのH.T.B.接合により補強したType3は、Type1及びType2の荷重-変位曲線とは異なり、最大荷重に到達後も耐力力の低下はほぼ見られない。腹板の座屈状況については、Type1及びType2は通常のプレートガーダーと同様に腹版に形成された斜め方

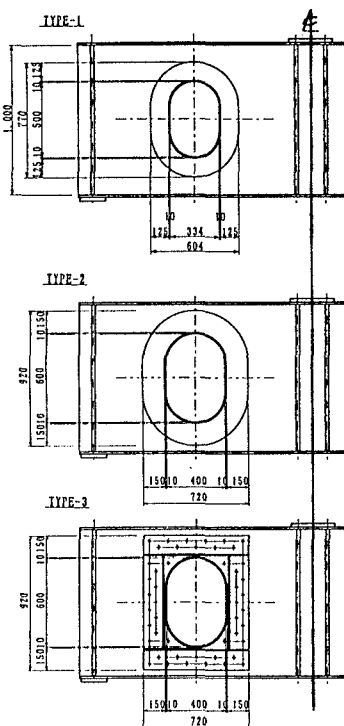


図-1 供試体の形状寸法および補強方法

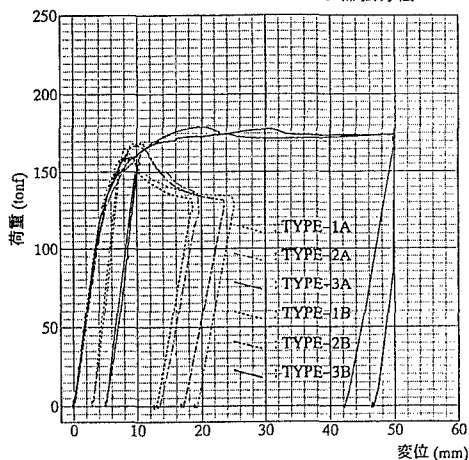


図-2 支間中央の荷重と鉛直変位との関係

向のせん断応力場に沿ったせん断座屈破壊であることが確認された。また、各供試体の開口部における最大面外変形量は初期変形による多少のバラツキがあるものの、Type3が最も小さく腹板に座屈が生じてでもH. T. B. 接合部分は健全であった。したがって、その補強効果は他に比べて期待でき、供用下における現場溶接を避ける方法としても有効であると考えられる。

表－1 せん断耐荷力

3. 2 耐荷性状

本実験により得られた各供試体のせん断耐荷力を表－1に示す。Type2はType1と比較するとせん断耐荷力の低下は認められず、約3%向上する結果となった。これはType2は、開口部の補強に開口面積と同等の補強をしたことからウェブの面外剛性が大きくなりせん断耐荷力の向上に寄与したと思われる。それに対して、Type3はフランジ付きのH. T. B. 接合で補強をしているため、面外剛性が大きく、せん断耐荷力もType1と比較すると約10%向上した。したがって、補強部位の剛性を大きくすることで、開口部を有する腹板のせん断耐荷力を向上させることが可能でありフランジ付きのH. T. B. 接合による補強は補強方法として十分適用可能であり有効であることが確認された。

	開口率	A	B	平均
Type1	0.5	166.0	160.0	163.0
Type2	0.6	170.0	167.0	168.5
Type3	0.6	179.0	178.0	178.5

4. 解析値と実験値との比較

せん断耐荷力の推定は示す順序で行った。

①線形座屈荷重を算出するために腹板に開口部を有する桁に対して3次元有限要素解析による固有値解析を行う。②固有値解析から得られた線形座屈荷重とせん断降伏荷重との関係から(1)式に示す座屈パラメータ λ_s を算出する。③座屈パラメータ λ_s を(2)式に示すF HWA (Federal Highway Administration) に示されているせん断座屈強度曲線を修正した関係に適用してせん断耐荷力を計算する。ここで、せん断座屈曲線としてF HWA式を採用したのは、弾性域及び塑性域の2つの特性のみを考慮したものではなく残留応力

や初期不整の影響を考慮できるところに特徴があるから $P_{cr} / P_y = 1$ $:\lambda_s \leq 0.6$

である。解析値と実験値との比較を表－2に示す。なお、 $= 1 - 0.614(\lambda_s - 0.6)$ $:\sqrt{2} \leq \lambda_s < 0.6 \dots (2)$

せん断座屈強度は腹板の全断面を有効として算出したも $= 1 / \lambda_s^2$ $:\lambda_s > \sqrt{2}$

のである。各供試体において解析値と実験値はほぼ一致 ここに、 λ_s :せん断座屈パラメータ

としており、腹板に開口部を有する場合のせん断耐荷力の P_y :せん断降伏荷重 ($P_y = \sigma_y / \sqrt{3} \times b t$)

算出には上記に示す方法で評価できると考える。 P_{cre} :線形せん断座屈荷重 (固有値解析の結果)

P_{cr} :非弾性を考慮したせん断座屈荷重

表－2 せん断耐荷力の解析値と実験値との比較

	腹板の降伏強度 σ_y (kgf/cm ²)	腹板のせん断降伏強度 τ_y (kgf/cm ²)	線形座屈荷重 P_{cre} (tf)	線形座屈強度 τ_{cre} (kgf/cm ²)	座屈パラメータ λ_s	座屈荷重 P_{cr} (tf)	座屈強度 τ_{cr} (kgf/cm ²)	実験値 P_{ex}	実験値/計算値
Type-1	3124	1804	210	1750	1.015	161	1344	163.0	1.01
Type-2			234	1948	0.952	168	1403	168.5	1.00
Type-3			328	2730	0.813	188	1668	178.5	0.95

5. まとめ

本実験では、既設横桁の開口についてその補強方法を検討した。その結果以下に示すことが確認された。

(1)開口率が0.6の場合の場合においても、開口率が0.5の場合に比べて、適切にダブリング補強をすることにより同等のせん断耐荷力が得られた。

(2)ダブリングのみの補強方法ではぜい性的な座屈形態を取るのに対し、フランジ付きのH. T. B. 接合による補強方法ではせん断耐荷力が最大値に達した後においても、その値が急激に減少しないことが確認された。

(3)フランジ付きのH. T. B. 接合による補強方法は、ダブリングのみによる補強方法と比べて腹板のせん断耐荷力が大きくなること、また、現場施工においても活荷重作用下における現場溶接を回避することができる点において有効であると考えられる。