

縦リブを利用したずれ止め構造の耐荷力試験(疲労試験)

高崎一郎*
原 昭恵**
鬼頭省吾***

1. まえがき

縦リブを利用したずれ止め構造の静的耐荷力試験についてはすでに報告したが¹⁾、その後同一試験体により200万回の疲労試験を行ったのでここに報告する。

静的試験では、スタッドジベルと比較しながら各構造のずれ止めとしての設計耐荷力を求めたが、本試験は繰返し荷重下においても、その設計耐荷力が妥当なものであることを検証することを目的とする。

2. 試験体

試験体の種類は静的試験の場合と同一であり、図-1に示す9種類である。

試験体は静的試験の試験体製作時に同一条件のもとに各タイプ2体、計18体を同時に製作した。使用材料および試験体の寸法については、前記報告を参照されたい。

3. 試験方法

(1) 載荷荷重

スタッドの疲労強度については多くの報告があるが、試験方法が統一されていないこともあってその結果は、かなりばらついている²⁾。本試験ではこれらの報告を参考にし、前述した試験目的も合わせ考えて、やや安全側の値としてせん断応力の振巾で7 kg/mm²程度を試験荷重とした。試験機によって定まる最小荷重を1 kg/mm²(約1 ton/4本)とすれば上限は8 kg/mm²となる。したがって試験体1体(16φ×100スタッド4本)に対する載荷上限荷重は

タイプ	ずれ止めの種類
I	スタッド16φ
II	異形鉄筋を貫通(密着、溶接) 鋼板 異形鉄筋D16 密着(溶接) 25φ孔
III	異形鉄筋を貫通(密着、クサビ) 異形鉄筋D16 クサビ 25 53
IV	異形鉄筋を貫通(密着、自重) 異形鉄筋D16 45°
V	異形鉄筋を貫通(間隙有) 異形鉄筋D16 25 53
VI	ハニカム腹板(無筋)
VII	ハニカム腹板(D13) 異形鉄筋D13
VIII	ハニカム腹板(D16) 異形鉄筋D16
IX	異形鉄筋ラチス腹板 異形鉄筋D16

図-1 ずれ止めの種類

* 技術本部設計部長
** 技術本部技術開発部開発課長

*** 千葉工場製造部生産技術課長

$$P = 4 \times \frac{1}{4} \times 16^2 \times \pi \times 8 \approx 6431\text{kg}$$

となる。一方静的試験において求めた I 型の耐荷力は 9,700kg (2 本分) であった。したがって疲労限度と耐荷力の比は

$$\alpha = 6431 / 9700 \times 2 = 0.335$$

となる。他のタイプについても、耐荷力の 33.5% を最大荷重として 200 万回の繰返し荷重に耐えるものであれば、耐荷力を安全率 (≈ 3.5) で除した設計耐荷力を使用しても、スタッドを使用した時と同等の安全率が疲労に対しても得られると考えた。

表-1 に各タイプの静的試験により求めた耐荷力、および疲労試験に使用する最大荷重と最小荷重を示す。

表-1 疲労試験の荷重

タイプ	耐力荷重	繰返し最大荷重	繰返し最小荷重
I	9.7t	6.5t	1.0t
II	11.7	7.6	//
III	6.7	4.5	//
IV	5.2	3.5	//
V	4.0	2.7	//
VI	5.6	3.8	//
VII	5.7	3.8	//
VIII	7.5	5.0	//
IX	16.4	11.0	//

(2) 試験方法

試験体は写真-1 に示すごとく構造物用の疲労試験機に設置した。荷重のサイクルは 250 回/分である。設置に際しては試験機と試験体の密着を図るため、両者の接触面にゾーストン (高強度セッコウ) を敷設した。

繰返し回数 10 万回、50 万回、100 万回、200 万回時にコンクリートと H 型鋼との残留ずれ量をコンタクトゲージを使用して計測した。

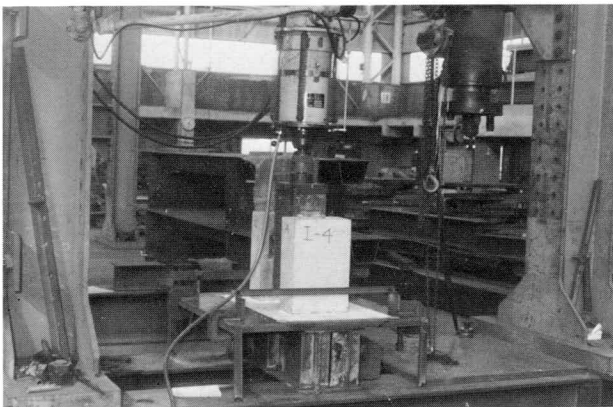


写真-1 疲労荷重試験

又、各タイプとも 2 体の試験体のうち、1 体目は表-1 に示す荷重により荷重したが、大きな異状が認められなかったため、2 体目は最大荷重を 10% 割増して荷重した。

200 万回繰返し荷重後の試験体の変状を調べる目的で静試験時と同一装置、方法により、0^t→1^t→0^t、0^t→1^t→2^t→0^t、0^t→1^t→2^t→3^t→0^t、のごとく荷重し、それぞれの荷重に対するずれ量および残留ずれ量を計測した。

4. 試験結果

図-2 に試験の結果を示す。図中の最大荷重とは繰返し荷重時の上限荷重である。コンクリートと H 型鋼の残留ずれ量は、10 万回、50 万回、100 万回、200 万回の繰返し後に計測したが、50~200 万回の差は小さいので、10 万回、および 200 万回の値のみを図示した。

図-3~11 は、200 万回の繰返し荷重後、行った静試験の結果である。図中の曲線は既に報告した静試験の結果である。

5. 考察

試験の対象とする構造は、ずれ止めとしての耐力機構、破壊機構等それぞれ異なっている。しかし、既報の静的試験¹⁾の結果は、スタッドの耐力との整合を目的として残留ずれ量に着目し、あえて画一的に取扱った。したがって、本疲労試験に対する結果の評価にあたっては同一の考え方に立ち、繰返し荷重途中ならびに 200 万回繰返し後の静荷重に対する残留ずれ量に着目した。

図-2 に見られるように、繰返し荷重過程における残留ずれ量は IV、V 型以外全て充分小さい値に留まっている。IV 型の 2 体についてずれ量に大きな差が現れているのは、試験体の構造に起因し、鉄筋と縦リブの密着度に差があったものと想像される。又、V 型は構造上最初から鉄筋と縦リブが接触しておらず、縦リブの支圧面 (切欠き部) のコンクリートが早期に圧壊したものであろう。両者はもともと静的耐荷力も小さく、ずれ止めとしての機能には問題があった。この二つのタイプ以外については、残留ずれ量の大部分は繰返し荷重の初期に発生しており、その後の進展は僅かである。

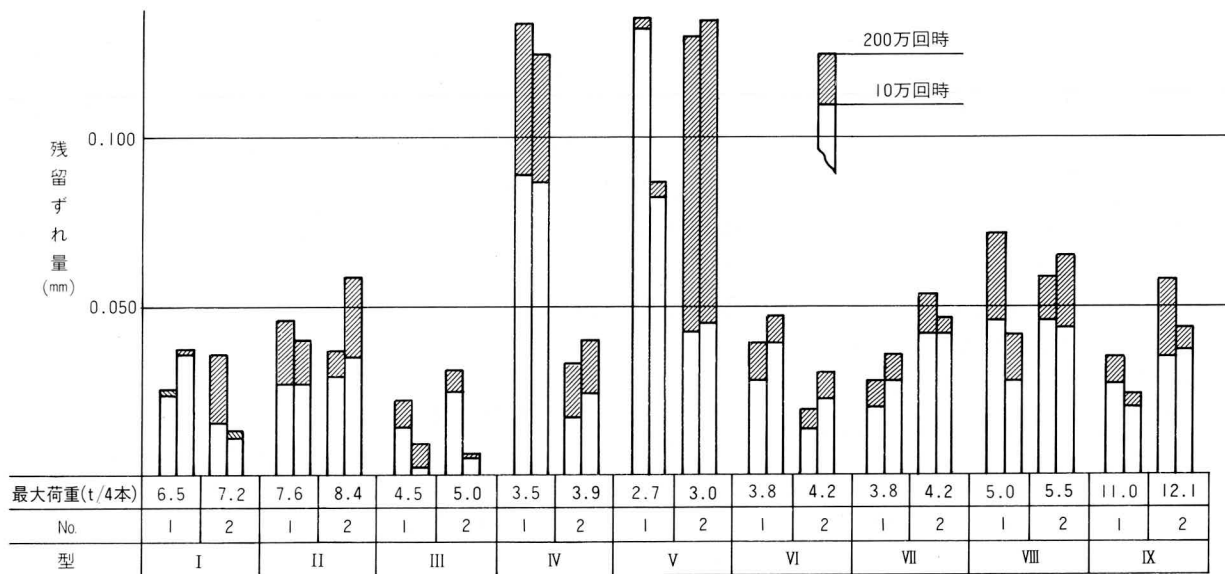


図-2 繰返し荷重による残留ずれ量

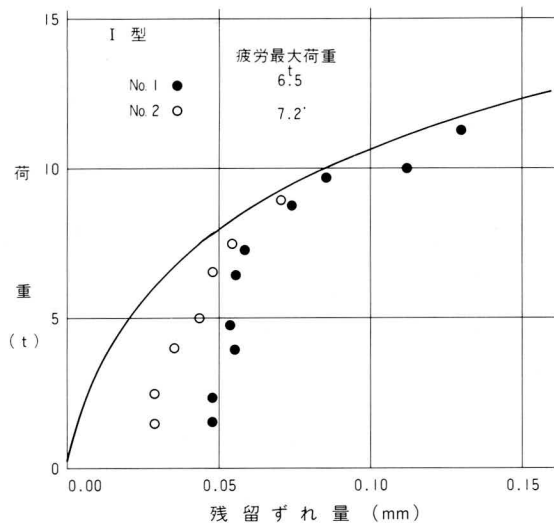


図-3. I型 荷重—残留ずれ量

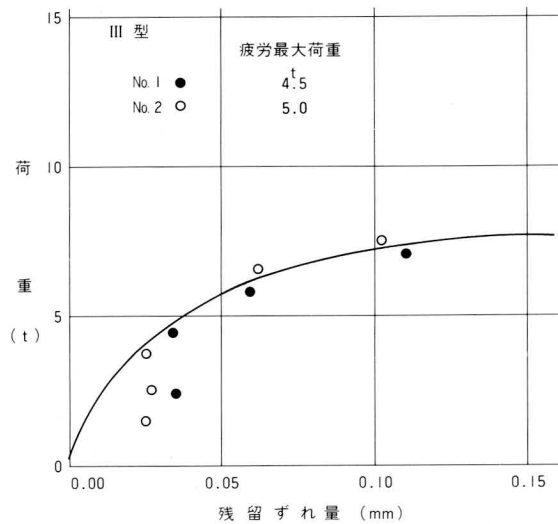


図-5 III型 荷重—残留ずれ量

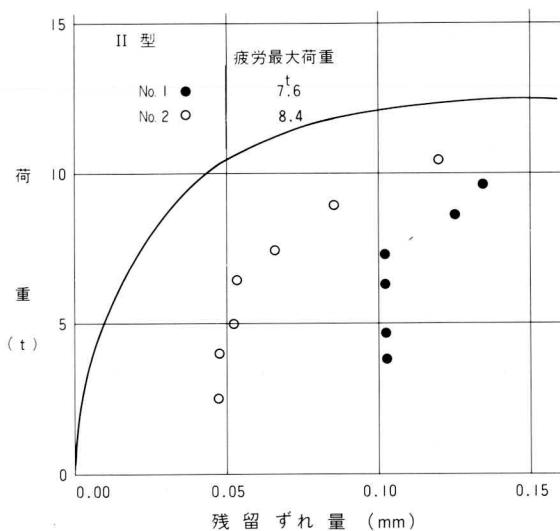


図-4 II型 荷重—残留ずれ量

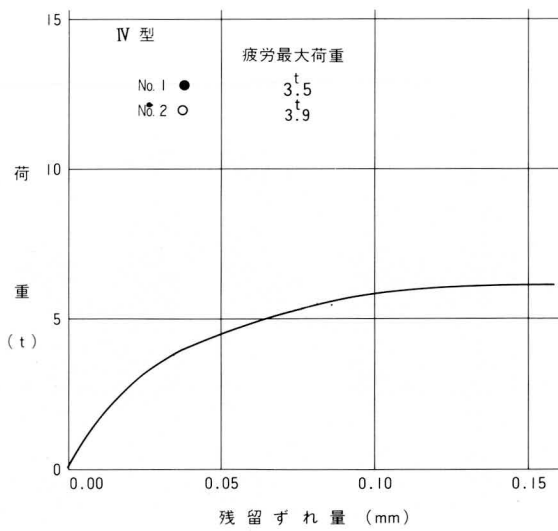


図-6 IV型 荷重—残留ずれ量

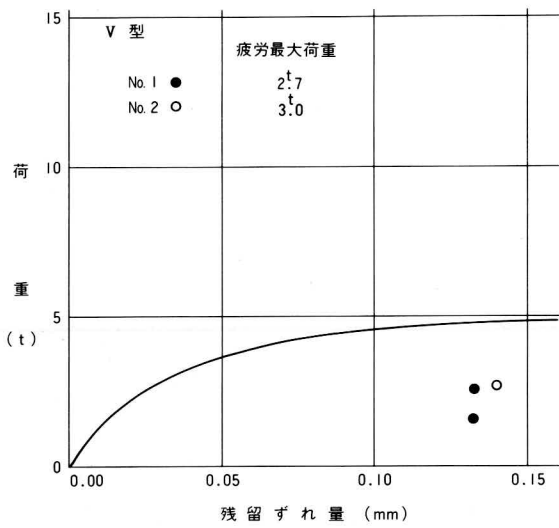


図-7 V型 荷重—残留ずれ量

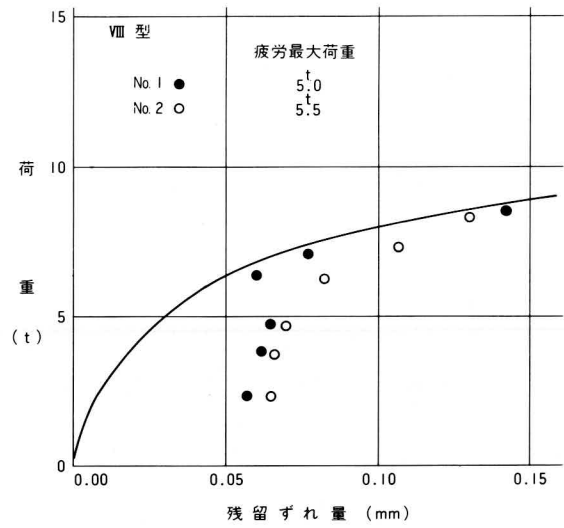


図-10 VIII型 荷重—残留ずれ量

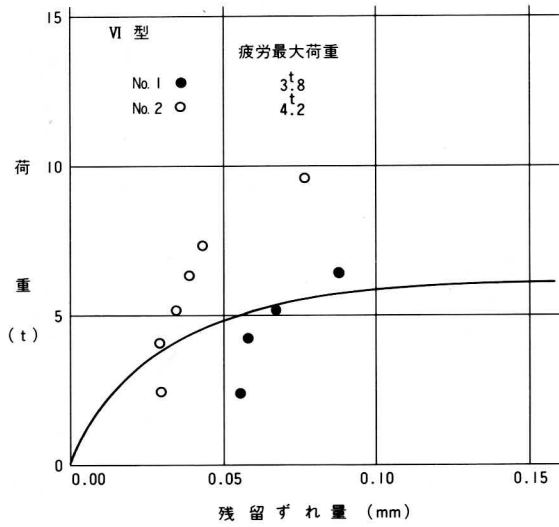


図-8 VI型 荷重—残留ずれ量

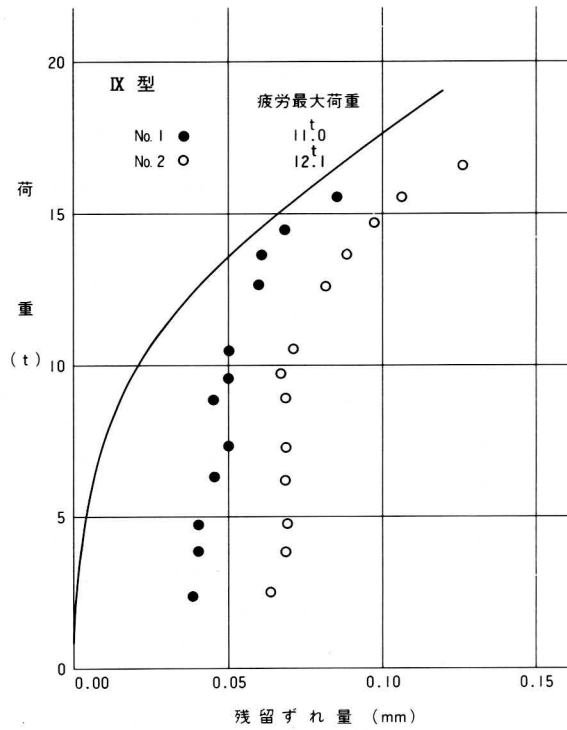


図-11 IX型 荷重—残留ずれ量

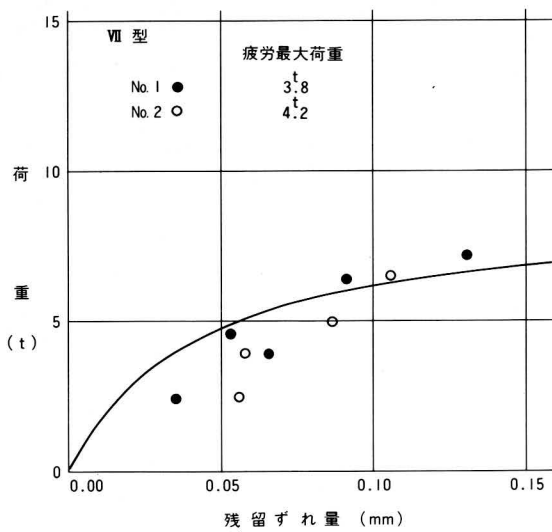


図-9 VII型 荷重—残留ずれ量

図-3~11に示すように、200万回繰返し載荷後の静的耐荷力(0.08mmの残留ずれ量に対応する耐荷力)は殆ど減少していない。VI型については、既報¹⁾の静試験の結果に比べてかなり大きな耐力を示しているが、試験体の数が少なく、原因については特定出来ない。なお、図中にプロットした残留ずれ量については繰返し載荷中に生じたものをも含めてある。

以上の結果から、スタッドの疲労強度をせん断応力の振巾で7~8 kg/mm²と仮定し、既報¹⁾の考え方に基づいて設計耐力を定める限りIV、V型以外の構造については、疲労に関してもスタッドと同等以上の安全率を有していると判断して良からう。

6. あとがき

この種の試験は多くの試験体によってS-N曲線を求めるのが本来の方法であろう。しかし、本試験は対象とする構造が疲労強度の面でもスタッドに代わり得るものであることを確認することが目的であるため、試験体も各構造2体づつしか用意せず、又試験荷重も静的強度を基に一律な考え方で決定してしまった。したがって、過

去の同種の報告に新たなデータを追加するにはいたらず、此の点は残念に思っている。

本試験で扱った構造はずれ止めとしてはいずれも特異な構造であるが、静試験と合わせてそれぞれの概その特性は把握でき、今後種々の合成構造を開発していく上での一つの足掛かりになったと考えている。

〈参考文献〉

1. 高崎・鬼頭・原；縦リブを利用したずれ止め構造の耐荷力試験、宮地技報NO.1；1985年3月
2. 阿部；鉄道用合成桁のずれ止めに関する実験的研究、鉄道技術研究所報告；1975年3月
3. 山本・中村；Stud Shear Connectorの試験報告、土木研究所報告109号の4；昭和36年1月
4. 沢野・浜田・若林・成岡；直径19mmスタッドジベルの押し抜き疲労試験に関する研究、土木学会論文報告集第174号；1970年2月

グラビア写真説明

番の州高架橋

本橋は、本四連絡橋の児島～坂出ルートに属し、南備讃瀬戸大橋の四国側7Aアンカレイジを起点とする延長約3kmの高架橋の最端部に位置する、中央径間180m全長480mの3径間連続曲弦ワーレントラス橋である。ダブルデッキ構造の道路(上層)・鉄道(下層)併用橋で、道路面は地上約80mの高所となる。設計・製作に際して、特に中間支点部の格点構造では実物大溶接施工試験体により、設計の考え方・溶接方法などについて事前検討を行い結果を実橋に反映した。写真は倒立立体仮組立の状況を示す。地上約32m、主構中心間隔27.5mであり、中層ビルに相当する構造物規模である。現場工事も順調に進み今秋には主構全量の架設を完了する予定である。完成時には日本有数のトラス橋となる。

下津井瀬戸大橋

本州四国連絡橋Dルートに架かる吊橋で、岡山県の下津井と香川県の櫃石島を結ぶものである。

目下、宮地建設工業(株)を含むJVで、ケーブル工事が進められている。この架設には、作業スペース、アンカースペースを減少させる目的で、AS工法が採用されている。

当橋はダブルデッキ形式であり、上路は車道に、下路は鉄道に供用される。橋梁の形式としては、張出径間付単径間吊橋と呼ばれるもので側径間はハンガーで吊られていない特長がある。その他、環境保全の目的でトンネルアンカーが採用されるなど、数々の特色をもつ。当社製作の補剛桁は今後架設され、完成後は、瀬戸内有数の景勝の地：鷺羽山一帯を背景にその威容を誇るであろう。