

石川島播磨重工業株式会社 鉄基設部次長 正員 成瀬輝男
 “ 管理部 “ ○富沢三郎
 “ 技研金属部 神山 達

1. まえがき

筆者等は、橋梁用床版工事の省力化と工期短縮を目標として、鉄筋と型枠とを一体化したパネルを工場生産し、これを橋桁上に敷設してコンクリートを打設する、ユニット工法（これをユニットスラブと呼称する）の開発を行ってきた。このさい問題となるのは、鉄筋相互間の交叉接合溶接部における疲れ強さである。異形鉄筋のみの状態における、この交叉接合溶接部の疲れ強さに関しては、既に、昭和49年度土木学会学術講演会において発表した通りである。ここに報告するのは、上記の交叉接合溶接部が、コンクリート内部にある場合の疲れ特性を実物大の供試体を用いて検討した実験的研究の要約である。これらの実験は、建設省昭和49年度建設工業技術研究補助金に基づいて行なわれたものである。

2. 実験概要

2-1. 供試体；もっとも一般的な床版厚20cmを考え、幅、長さについては、疲れ試験機の能力により、幅を50cm、長さを170cmとした。床版の着目位置は、支点上、支間中央の2点とし、型枠がある場合とない場合の比較、従来工法とユニットスラブ工法との比較試験ができるように、表-1、2に示す供試体を作った。

2-2. 実験方法；本実験に使用した疲れ試験機はローゼンハウゼン大型疲れ試験機（静的荷重60T、動的荷重40T）であり、繰返し速度は、333回/分にして行なった。負荷応力の繰返しは、図-2右上に示すような、曲げスパンを1.5Mにとり荷重一定制御による、四点曲げ高サイクル疲れ試験である。なお鉄筋コンクリート床版に対する実際の、市街地における交通量を考えて、本実験では400～500万回の時間耐久疲れ強さを目標にして行なった。

3. 実験結果

ユニットスラブ実物大の四点曲げ高サイクル疲れ試験の結果をS-N線図にまとめたものを図-2に示す。又異形鉄筋交叉接合部の疲れ試験の比較（コンクリートがある場合とない場合との比較）したものを、図-3に示す。疲れ試験の結果について比較検討した結果次のようなことがいえる。

1) A-TYPEが一番高い疲れ強さを示した。この原因は、鋼板型枠が吊ボルト（ $\phi = 6\text{mm}$ 、平方米当たり8本/ m^2 ）によって、ある程度コンクリートと合成され鉄筋に発生する応力度が、小さくなっていたものである。A-1供試体の場合、鉄筋に発生する応力度は、 $5.3\text{kg}/\text{mm}^2$ （理論値 $14\text{kg}/\text{mm}^2$ の $1/2.6$ 程度）で、500万回の繰返しでも破断しなかった。

2) B-TYPEは、A-TYPEと同じような挙動を示した。B-3供試体の場合、下限6.5Tで200万回の繰返しで、破断しなかったため、下限を1.3倍にあげ、さらに114万回の繰返し実験を行ない、合計314万回の繰返し荷重の後破断に至らしめた。

3) E-TYPEは、A、F-TYPEに比して、低い疲れ強さを示しているが、設計荷重では450万回の繰返しでも破断していない。この場合鉄筋には、図-2注記に記した通り、 $\sigma = 14.0 + 2.5 = 16.5\text{kg}/\text{cm}^2$ の応力度が作用している。

4) F-TYPEの疲れ強さは、鉄筋に溶接施工がされていないため、溶接施工されているE-TYPEより多少高めの疲れ強さを示した。

5) コンクリートがない場合の異形鉄筋交叉接合溶接部の疲れ試験によるS-N曲線と、コンクリート内の異形鉄筋溶接交叉接合部の疲れ試験結果とを応力度になおして比較したものが図-3である。この場合比

較の対象として鉄筋の応力度が型枠の存在によって影響されていない、E、F-TYPEとした。図中にみられるように、コンクリート内の異形鉄筋交叉接合溶接部の疲れ強さは、コンクリートのない場合より3~4 kg/mm²低い疲れ強さを示している。この原因としては載荷点が一定なので、コンクリートにヘアクラックの入った位置（ほぼスパン中央）の鉄筋に応力集中が生じたためと判断する。

4. 結 論

昭和49年度土木学会学術講演会で発表した異形鉄筋交叉接合溶接部の片振疲れ試験において、200万回耐久時間疲れ強さは、鉄筋のみの場合で、異形鉄筋母材が20 kg/mm²、交叉接合スポット溶接されたものが18 kg/mm²となった。今回コンクリート内における同強さを確認した結果、異形鉄筋母材が16 kg/mm²、交叉接合スポット溶接されたものが14 kg/mm²となった。実際の鉄筋コンクリートスラブの設計において、主鉄筋に発生する応力振幅は、10~12 kg/mm²程度と考えているので、本ユニットスラブの実験ではこの応力振幅で、400~500万回の繰返し数で、破断しないという疲れ強さが確認された。

5. あとがき

本実験が、今後の現場打ち床版工事の迅速化、省力化に多少でも参考になれば幸いである。今回の実験にあたり、種々御指導賜った建設省の下記の方々に厚く感謝の意を表する次第です。

建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長 国 広 哲 男
 建設省道路局企画課課長補佐 佐 藤 清
 建設省道路局国道二課課長補佐 篠 原 洋 司

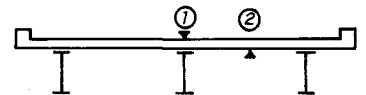


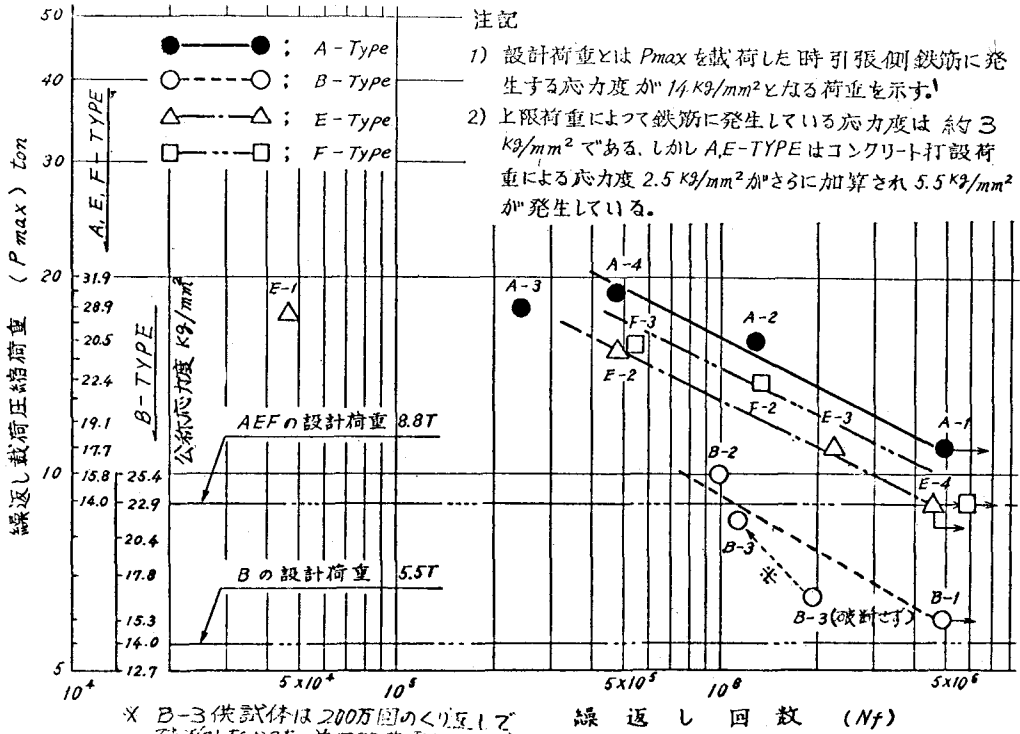
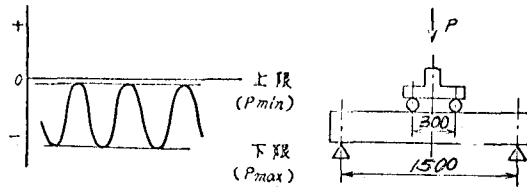
表-1 供試体の種類

| 名称 | 供試体におけるスパン方向の鉄筋 | 供試体数 | 寸 法 単位: mm | 断 面 単位: mm | 備 考 | 着目位置 | |
|------------------|-----------------|---------|---------------|-----------------------------------|-----|---------------------------------|--------|
| | | | | | | | 単位: mm |
| 疲 労 試 験 | A | 床版の主鉄筋 | 3 | (巾)(厚) 500×200 (長) ×1700 | | ユニットスラブ 亜鉛鉄板型枠あり スポット溶接 | ② |
| | B | 床版の配力鉄筋 | 3 | " | | ユニットスラブ 亜鉛鉄板型枠あり 被覆アーク手溶接 | ② |
| | E | 床版の主鉄筋 | 3 | " | | ユニットスラブ 亜鉛鉄板型枠なし スポット溶接 | ① |
| | F | " | 3 | " | | 従来工法によるスラブ 亜鉛鉄板型枠なし 溶接なし | ① ② |

※軽量溝型鋼

表-2 溶接施工条件

| スポット溶接 | 被覆アーク手溶接 |
|----------------|--------------------------------------|
| 電 圧 ; 200 V | 電 圧 ; 200 V |
| 電 流 ; 9000 A | 電 流 ; 180 A |
| 通電タイム ; 1 秒 | アークタイム ; 5 秒 |
| 加 圧 力 ; 800 kg | 溶 接 棒 ; 4 mm φ ライムチタニヤ (D4303) |

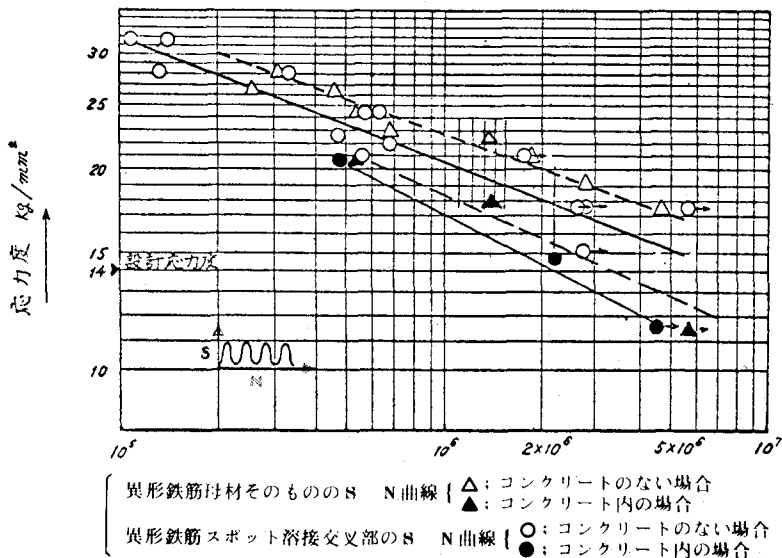


注記
 1) 設計荷重とは Pmax を載荷した時引張側鉄筋に発生する応力度が $1/4 \text{ Kg/mm}^2$ となる荷重を示す。
 2) 上限荷重によつて鉄筋に発生している応力度は約 3 Kg/mm^2 である。しかし A,E-TYPE はコンクリート打設荷重による応力度 2.5 Kg/mm^2 がさらに加算され 5.5 Kg/mm^2 が発生している。

※ B-3 供試体は 200 万回のくり返しで破断しなかつた。為下限荷重を 1.3 倍にしてさらに 114 万回のくり返し実験を行ない破断に至らした。

図-2 ユニットスラブの S-N 曲線

図3 異形鉄筋単独の場合とコンクリート内の場合との S-N 曲線比較



異形鉄筋母材そのものの S-N 曲線 { Δ : コンクリートのない場合
 \blacktriangle : コンクリート内の場合
 異形鉄筋スポット溶接交叉部の S-N 曲線 { \circ : コンクリートのない場合
 \bullet : コンクリート内の場合