

(株) 神戸製鋼 正員 渡田 凱夫  
 , , , 〇 守 國夫  
 , , , 大冢 雄石

1. まえがき

長大橋などに使用されているコンクリート充てん鋼格子床版の施工をより有効化するには、床版のプレキャスト化が考えられる。その際、解決すべき問題点として床版ユニット相互の継手強度あるいはプレキャスト化によって大きくなるI形鋼ウェブのパンチ穴の局部的応力集中などが考へられる。継手強度についてはすでに1部報告<sup>(1)</sup>しているが、今回はプレキャストI形鋼格子床版の耐荷力とくにパンチ穴の影響が最も大きいと考えられる疲労強度について実験的に検討するとともに、R/C床版と比較することによりI形鋼格子床版の特性について2・3の考察を加える。

2. 試験体

試験体は主部材が車両進行方向に直角に配され、支間2.9mの単純板として設計した。設計曲げモーメントの算定は道路橋示方書に従った。試験系列は、目的別にA, BおよびCの3種類に分けた。AはI形鋼格子床版の200万回疲労強度を求め、床版厚は現行の示方書より2cm小さい18cmである。B, CはI形鋼格子床版(B)とR/C床版(C)の耐荷力と特性と比較するもので、床版厚はともに20cmである。試験体の大きさは、巾3.2m×長さ4mで、概略を図-1に示す。A, B床版の主部材であるI形鋼は高さ13cmで、ウェブには配筋を通常のものに図-2に示すパンチ穴が明けられている。このパンチ穴は、プレキャスト床版を組立てるため、骨組になった時の自重による応力と考へる必要がなく、このため通常のパンチ穴の寸法を大きくしている。

コンクリートは早強ポルトランドセメントを使用した。各部材の機械的性質は表-1のとおりである。

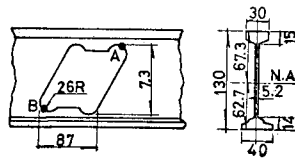


図-2 パンチ穴形状寸法

表-1 機械的性質

部材	材質	降伏点 (kg/cm <sup>2</sup> )	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸び (%)	その他
I形鋼	SS41	3150	4730	—	29.5	
異形鋼	SD35	4200	5800	—	21.0	
コンクリート	早強	—	—	301	—	スパン9cm 水セメント比57%

3. 試験方法

試験は繰返し載荷と主に行なった。静的載荷は繰返し試験前と、繰返し試験を所定の回数で中断した時に行ない、上限荷重までの応力とひずみと求めた。繰返し試験は破壊と考へられる回数まで、一定の荷重と繰返し速度(正弦波形, 200c.p.m)のもとで行なった。試験体の支持条件は、I形鋼直方向はそれぞれ長辺と単純支持、短辺を自由とし、隅角部の負の反力は外力で支持棒に伝達させた。載荷位置は床版中央の1点とし、荷重は軸荷重と想定して、載荷面積50×20cmの部分分布荷重とした。測定項目は各荷重段階および各繰返し数毎の静的な応力と

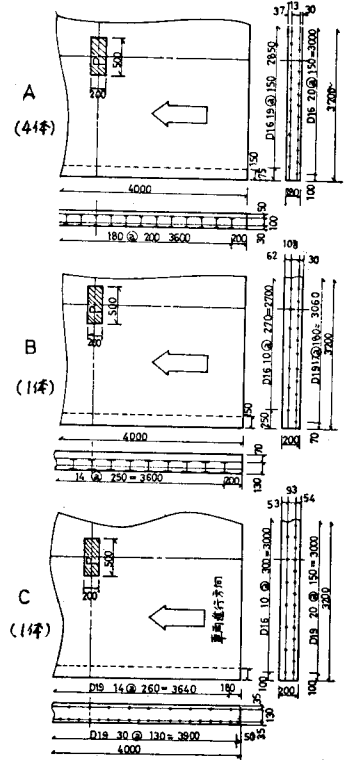


図-1 試験体形状寸法

はすみである。しかし、はすみは多数繰返し載荷によるはすみゲージの零点移動があることを考慮して、測定毎に零調整を行なった後の値を求めた。

#### 4. 実験結果と考察

試験系列Aから求めたI形鋼床版の疲労試験結果を表-2に示す。表中の応力は繰返し試験前の静的試験によって求めた床版中央(載荷点直下)のI形鋼下フランジ軸方向の値である。初期クラックが発生した時の繰返し数は、目視観察によりI形鋼下フランジクラックをみとめた時の値を示し、破壊時の繰返し数は載荷点のたわみが大きくなり、試験機の荷重制御が困難になった時の値である。I形鋼格子床版の疲労破壊に至るまでの過程は、まず床版中央直下のI形鋼下フランジに疲労クラックが発生し、繰返し数が増えるともクラックの数は増える。疲労クラックの発生位置は荷重振冲の小さい場合(表-2のA-1, 4)には、クラックは床版中央より放射状に周辺へ広がり、振冲大なる場合(A-2, 3)には支間中央線上(あるいはY軸)に沿って疲労クラックが発生する傾向がある。初期クラック発生から、破壊と考えられる時点まではかなりの繰返し載荷を要するので、床版の最終破壊などの時点とすることは非常に難しい問題であるが、I形鋼のクラックによって床版の剛性が低下することは明らかであるので、剛性の変化をたわみ変化の状態より最終破壊と定めてこととした。そのため繰返し載荷を適宜中断し、その都度静的載荷によるたわみを実測した。その結果を図-3(a)に示す。この横軸は繰返し数、縦軸は上限荷重での床版中央点のたわみである。図-3(b)はこれらのたわみと繰返し数 $N=0$ の静荷重による静的試験から得た値で割った値 $\alpha$ を縦軸としたもので、この図より $\alpha$ の急変する点を求め、これを床版の最終破壊時期とし、最終破壊時の値を用いて床版のS-N線図を作成すると図-3(c)の□印と結んだ線となる。200万回疲労強度は、床版中央のI形鋼下フランジ応力全振冲で約 $1600 \text{ kg/cm}^2$ と推定される。なお疲労クラックの発生点はいほとんどI形鋼ハンゲ穴のR部で(図-2のA, B点)、その後クラックはフランジ縁端に向かって進展していく。

つぎにI形鋼格子床版とRと床版の比較を行う。図-4は静的試験によって求めた床版中央のI形鋼下フランジ、引張鋼筋、左縮側コンクリートのはすみ、およびたわみである。いま荷重が床版厚の $\frac{1}{2}$ まで $45^\circ$ に分布するものとして、半無限等方性版(辺単純支持)の計算で求めた床版中央の円げモーメントが

表-2 I形鋼床版の疲労試験結果

試験号	繰返し荷重 TON	上限応力 $\text{kg/cm}^2$	応力全振り $\text{kg/cm}^2$	初期クラック発生回数	破壊回数
A-1	35-24.5	2180	1910	40	200
2	10-30.0	2835	2740	5	10
3	1.0-25.0	2370	2290	8.8	25
4	1.0-16.0	1760	1735	26	220

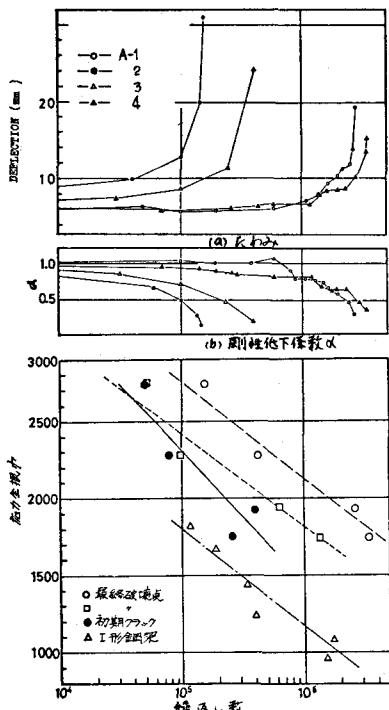


図-3 (a) たわみ (b) 剛性低下係数 (c) S-N線図 200万回疲労強度

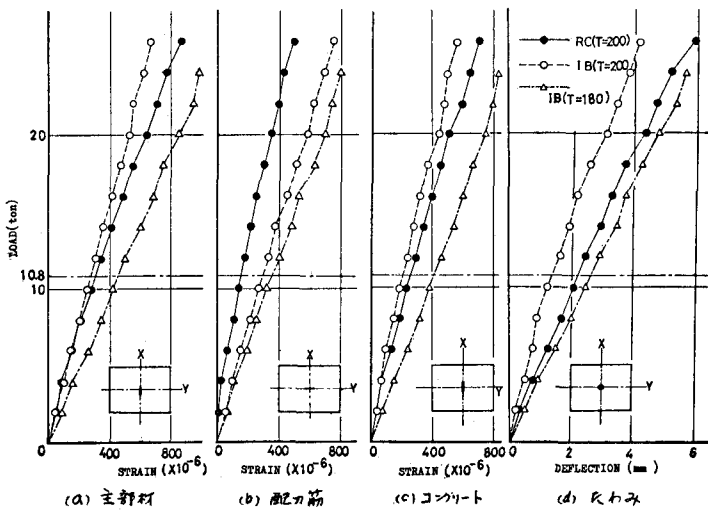


図-4 各荷重段階のはすみと変位(床版中央)

設計間げモーメントと等しくなる荷重を求めると10.8 tonとなる。この時の実験Kより主部材応力が床版厚の等しい試験系列B, Cと比較すると, Bで580 kg/cm<sup>2</sup>, Cで630 kg/cm<sup>2</sup>となり両者の値はほぼ等しい。この値は設計値K対してそれぞれ43%, 46%となる。引張側配筋筋はI形鋼格子床版のA, BがともKRC床版のCより大きくなる値となっている。KとえばCの配筋筋の応力が310 kg/cm<sup>2</sup> K対しBは610 kg/cm<sup>2</sup>と2倍の値となり, 設計値K対してそれぞれ23%, 45%となる。左縮側コンクリートはB, Cともほぼ同じ値で, それぞれ31 kg/cm<sup>2</sup>, 39 kg/cm<sup>2</sup>で設計値K対してそれぞれ50%, 56%となる。

しKがってI形鋼格子床版とRと床版と比較しK場合, 主部材とコンクリートの応力は近い値となるが, 配筋筋の応力はI形鋼格子床版がRと床版より大きくなる。

図-4(a)は床版中央のたわみと比較しKものであるが, 鋼格子床版BのたわみがRと床版Cより30~50%小さい値となっていることを示している。これはX, Y軸上で比較しても同じで, 図-5はP=16 tonの時のたわみである。図中の計算値は半無限版および2辺支持2辺自由の等方性版として求めた値(Kは曲げ剛性は主部材方向とする)である。さうK上層荷重30 ton, 下層荷重1 tonの繰返し履歴KによるB, Cのたわみ変動は, X, Y軸方向の繰返し数毎のたわみについては図-6, 床版中央のたわみについては図-7(a)のようになる。図-7(a)はこの時の左縮側コンクリートK発生しクラック中は実験しKもので, I形鋼格子床版のクラック中はどの位置をとってもRと床版のクラック中より小さく, しかもRと床版のようK(Kとえば図中の点A)繰返し数とともにクラック中が大きくなる。しKがって, たわみとクラックの両より, I形鋼格子床版の剛性は, 静的および繰返し荷重を通じて, 常K Rと床版よりも大きいということがいえる。このことは, 床版の寿命がコンクリートクラックKによって大きく左右されることを勘案するとI形鋼格子床版Kとして有意な特性と考えられる。

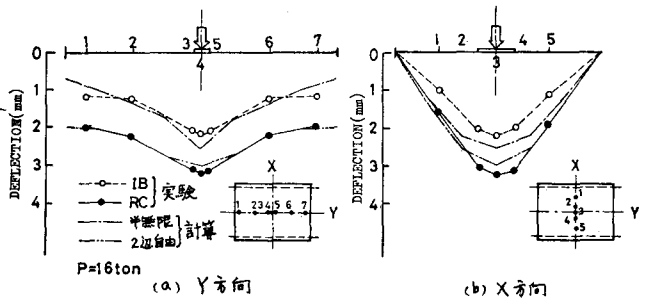


図-5 たわみ分布

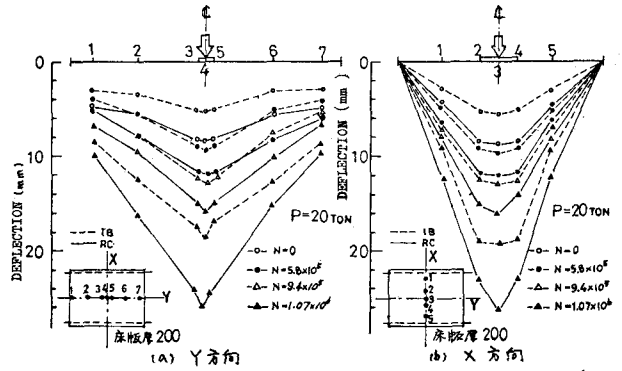


図-6 繰返し数毎のたわみ分布 (P=1~30 ton)

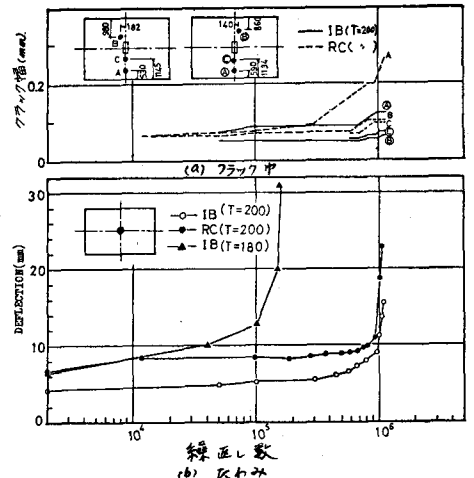


図-7 繰返し数のクラック中とたわみ

参考文献

- (1) 渡田ほか「プレキャストコンクリート床版の疲労強度に関する実験的研究」土木学会関西支部講演会, '72.6
- (2) Timoshenko「Theory of Plates and Shells」 McGraw-Hill, P105
- (3) 大村 「2辺支持矩形板の近似解法について」土木学会論文集, 44巻, 昭32年4月