

軽量コンクリート2種を用いたプレキャストPC床版における 高強度頭付きスタッドの設計疲労曲線の提案

大阪工業大学大学院 学生員 ○石原 涼澄
 (株)IHI インフラ建設 正会員 小林 崇
 大阪工業大学 正会員 今川 雄亮
 大阪工業大学 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、わが国では、橋梁の老朽化が進行し、特に、損傷の著しい鉄筋コンクリート床版においては、床版の取替工事が盛んに行われている。床版取替においては、工期短縮、下部構造への負担の軽減およびスタッド孔数の削減などの観点から、軽量コンクリート2種(以下、軽量2種と略記)を用いたプレキャストプレストレストコンクリート床版(以下、プレキャストPC床版と略記)を、高強度頭付きスタッド(以下、高強度スタッドと略記)を介して合成する方法が注目されてきている。しかし、現行のスタッドのせん断耐力評価式は普通コンクリート(以下、普通コンと略記)、標準スタッド、場所打ち床版タイプを条件としている。

そこで本文では、軽量2種、プレキャストPC床版、高強度スタッドを条件としたスタッドの繰返し押抜きせん断試験を実施し、その結果より提案する設計疲労曲線について報告する。

2. 試験概要

本試験に用いた供試体は、(社)日本鋼構造協会の「頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)」²⁾に準拠し、図-1に示すような形状・寸法とした。同図より、供試体の形状は、H形鋼の両側にプレキャスト床版タイプのコンクリートブロックを配置し、片側2本、計4本の高強度スタッド(SM570相当)と無収縮モルタルで一体化させたものである。また、実構造物では、不陸調整のため、プレキャスト部材とH形鋼との間に厚さ20~40mm程度の版下モルタルを必要とするため、本試験では、版下モルタル厚を平均値の30mmとした。

本試験では、プレキャスト部材に軽量2種を用いた供試体をLF、比較対象として、普通コンを用いた供試体をNFとし、各供試体に用いたコンクリートの力学特性を表-1に示す。また、使用した高強度スタッドの軸径は22mm、高さは150mmとし、スタッド1本当たりの力学特性は、表-2に示すとおりである。

試験方法は、事前に実施した静的押抜きせん断試験より得られた各供試体の最大荷重の平均値を基準とし、その22~50%の範囲で荷重振幅をCASEごとに各5ケース設定し、繰返し載荷時の載荷荷重の下限値および上限値はそれぞれ50kNおよび50kN+荷重振幅の値とした。なお、事前に実施した静的押抜きせん断試験における最大荷重は、CASE1で759.0kN、CASE2で726.8kNであり、最大荷重に対する各ケースの最大荷重比の値は、表-3に示す通りである。

キーワード：プレキャストPC床版、軽量コンクリート2種、高強度頭付きスタッド、設計疲労曲線

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL：(06)6954-4109

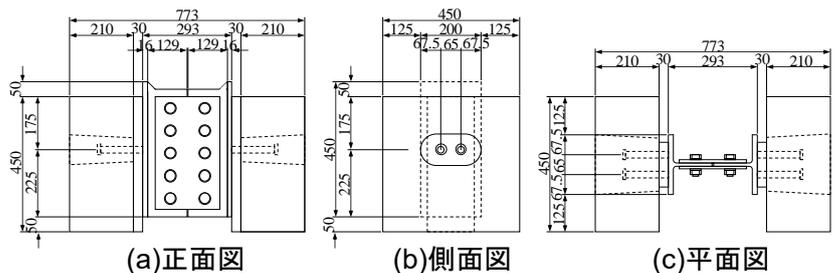


図-1 供試体形状・寸法(mm)

表-1 コンクリートの力学特性

CASE	種類(記号)	設計基準強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
1	普通コン(NF)	50	63.9	3.91×10 ⁴
2	軽量2種(LF)		67.6	2.03×10 ⁴

表-2 高強度スタッドの力学特性

降伏強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
563	636

3. 試験結果

本試験で得られた結果の一覧を表-3に示す。なお、同表における応力振幅は荷重振幅の値をスタッドの断面積で除した値とし、LF-160の繰返し回数は1千万回到達時、破壊に至らなかったため、耐久性は十分とみなし、繰返し試験を終了とした。表-3より、応力振幅の増大に伴い、破壊に至るまでの繰返し回数は減少する傾向がみられた。また、応力振幅が同一であるNF-260およびLF-260、あるいは、NF-220およびLF-220を比較した場合、破壊に至る

表-3 試験結果一覧

記号	荷重振幅 (kN)	荷重比 (%)	応力振幅 (N/mm ²)	破壊に至るまでの繰返し回数(回)	破壊形態
NF-260	260	34	171	89,708	スタッド破断
NF-240	240	32	158	462,568	スタッド破断
NF-220	220	29	145	2,808,819	床版部割裂
NF-200	200	26	132	1,700,802	スタッド破壊
NF-170	170	22	112	1,719,300	スタッド破断
LF-360	360	50	237	13,212	モルタル部割裂
LF-290	290	40	191	51,867	スタッド破断
LF-260	260	36	171	56,400	スタッド破断
LF-220	220	30	145	1,304,139	スタッド破断
LF-160	160	22	105	10,000,000 以上	—

までの繰返し回数は、CASE1が大きい値を示した。供試体の破壊形態は、①版下モルタル部、スタッド位置付近のひび割れ発生、②ひび割れの進行、床版部上面、一部剥離、③スタッドの破断で破壊するのが一般的であった。

つぎに、応力振幅—繰返し回数曲線(S-N 曲線)を図-2に示す。同図より、実験値は、複合構造標準示方書³⁾に示されている設計疲労せん断耐力に対して、概ね上回っていることが確認できた。

4. 耐力評価式の提案

表-3に示した値から、繰返し回数を変数とした一次推定式を最小二乗法より導き、さらに、得られた式から95%の非超過確率を考慮した設計式を誘導した。CASE1, CASE2それぞれの設計疲労曲線を以下に示す。なお、LF-160は、繰返し載荷試験で破壊に至らなかったため、CASE2推定式は、LF-160を除く4データで誘導している。

$$\text{CASE1} : \log \Delta \tau = -0.087 \log N + 2.60 \quad (1)$$

$$\text{CASE2} : \log \Delta \tau = -0.098 \log N + 2.70 \quad (2)$$

ここに、 $\Delta \tau$: 応力振幅(N/mm²)

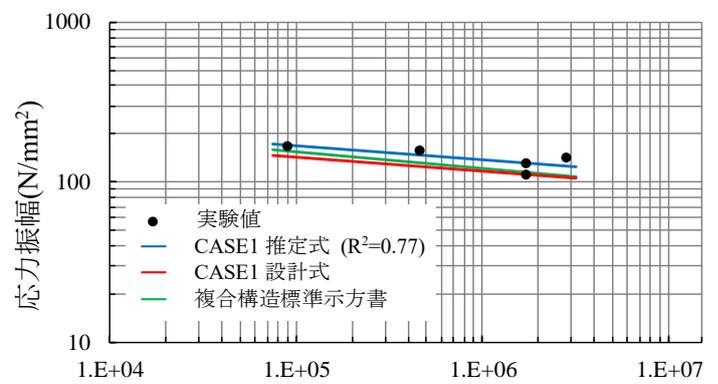
N : 破壊に至るまでの繰返し回数(回)

5. まとめ

本研究では、軽量2種を用いたプレキャストPC床版における高強度スタッドの設計疲労曲線を提案した。今後、さらにデータ数を蓄積し、設計疲労曲線の精度向上に努める予定である。

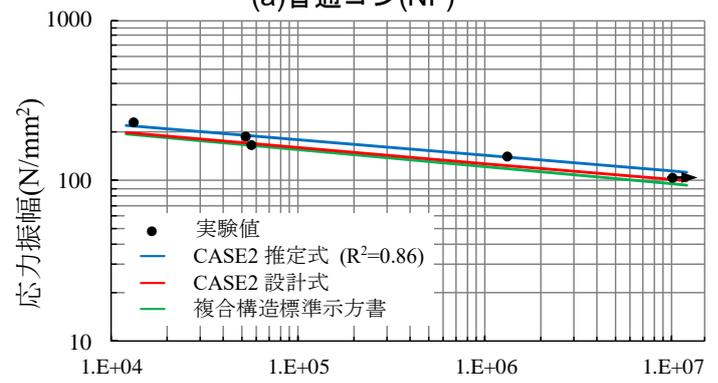
【参考文献】

- 1) (公社)土木学会：鋼橋の大規模修繕・大規模更新 解説と事例，pp.189-239，2016.7.
- 2) (社)日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，1996.11.
- 3) (公社)土木学会：2014年制定 複合構造標準示方書 原則編・設計編，p.71，2015.5.



破壊に至るまでの繰返し回数(回)

(a)普通コン(NF)



破壊に至るまでの繰返し回数(回)

(b)軽量2種(LF)

図-2 S-N 曲線