

超軽量コンクリートを用いた鋼・コンクリート合成部材の力学特性

九州大学大学院 学生員 ○新屋 孝文 ・ 佐溝圭太郎
九州大学大学院 正会員 左 東 有次
九州大学大学院 正会員 日野 伸一 ・ 太田 俊昭
三菱重工株式会社 正会員 田村 一美 ・ 木原 一禎

1. まえがき

図-1 のような、鋼板とコンクリートをスタッドジベルにより力学的に合成させた構造の浮桟橋は、①内側を鋼板で囲まれているため水密性が良好、②コンクリート版厚が薄く軽量化が可能、③じん性に優れ、修復が容易、などといった特長を持っているが、その一方で、波力の大きな外洋域の浮桟橋では、係留機構が成立しなくなる場合がある。そこで、比重の小さな超軽量コンクリートを浮桟橋に用いて軽量化し、吃水を浅くし係留力を低減することが対策として挙げられる。

超軽量コンクリートは、圧縮強度においては普通コンクリートと同等であるが、ヤング係数が小さく、引張、せん断強度が劣ることが既往の研究において報告されている。超軽量コンクリートと鋼板の合成構造物を取り上げた研究はこれまでわずかであり、超軽量コンクリートを浮桟橋に適用するにあたり、その力学特性を把握する必要がある。

本研究ではその第一段階として、鋼板と超軽量コンクリートの接合面に水平せん断力が作用した場合の相対ずれ特性、強度特性を把握するために、JSSC 法²⁾に基づき押抜き試験を行い、接合面の相対ずれと、スタッド1本当たりの作用せん断力の関係について検討した。

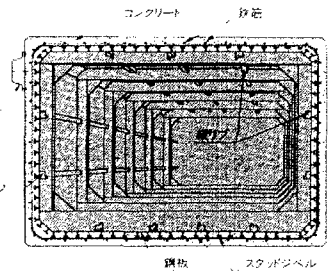


図-1 対象とする浮桟橋

2. 実験概要

押抜き試験は、表-1 に示す 6 種類の供試体に対して行った。コンクリートは超軽量(UL)、軽量(L)、普通(N)の3種類とし、スタッド長さHを一定のまま、スタッド径dを19mm、22mmと変化させた。人工軽量骨材は、真珠岩を主体とする原料を微粉碎、混合、造粒し、乾燥後、焼成するという工程で製造されたものである。

図-2 に示す寸法で供試体を作製し、万能試験機を用いて図-3 の要領で載荷した。スタッドが溶接されている水平断面の4箇所、鋼フランジとコンクリートブロックとの間に生じる相対ずれを測定した。

各ケース 3 体の供試体のうち1体は、4箇所の残留ずれが全て0.075mmを超えるまで、最大荷重を20kN ずつ増加させながら、それ以降は相対ずれを0.5mm ずつ増加させながら載荷・除荷を繰り返す、漸増繰返し法で載荷し、残りの供試体は単調増加法で載荷を行った。

表-1 試験ケース

ケース名	UL-19	UL-22	L-19	L-22	N-19	N-22
細骨材	○	○	○	▲	▲	▲
粗骨材	○	○	▲	○	▲	▲
スタッド長 H [mm]	100	100	100	100	100	100
スタッド径 d [mm]	19	22	19	22	19	22
H/d	5.3	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
供試体数	各3体			各2体		

○:人工軽量骨材 ▲:普通骨材

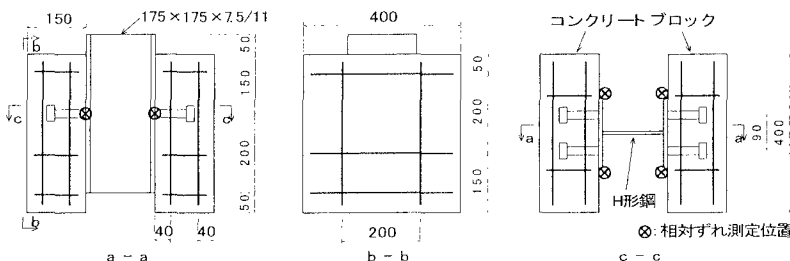


図-2 供試体一般図(単位: mm)

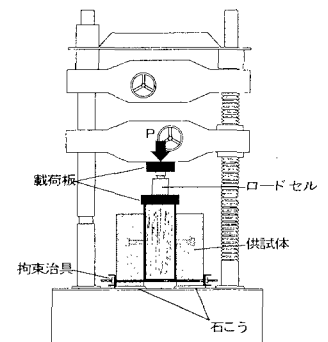


図-3 載荷要領

3. 実験結果と考察

1)コンクリートの物性

表-2 に、供試体に用いたコンクリートの物性を示す。人工軽量骨材を用いた UL、L は、圧縮強度は N に遜色無いものの、ヤング係数は小さな値となった。UL は、圧縮強度に対する引張強度の比が 1/14 となっており、N の 1/11 に比べて劣っていることも確認できた。また UL、L は、破壊寸前まではほぼ一様のひずみの伸びを示し、ぜい性的に破壊した。

2)押抜き試験

スタッド1本あたりの作用せん断力-相対ずれの履歴曲線を図-4 に示す。左右のコンクリートブロックの測定変位を、それぞれについて平均し、その大きいほうを相対ずれとして採用した。スタッド1本あたりの作用せん断力は、全体に加わる荷重を、スタッドの本数(4本)で割ったものである。同図より、荷重初期段階(0~50kN)では UL、L の方が N に比べて相対ずれが小さい傾向が見られた。人工軽量骨材を用いたケースでは、N に比べて W/C が小さく、かつ、骨材の沈降が生じず、スタッドの根元に生じるブリージングを低減できるためと考えられる。50kN 以降、普通コンクリートのケースでは緩やかに相対ずれが大きくなっていったのに対し、軽量、超軽量コンクリートのケースでは急激に相対ずれの伸びが大きくなっていった。これは、UL、L の引張強度が N に比べ小さく、コンクリートがぜい性的に破壊することが影響しているものと推察される。

図-5 には、最大せん断耐力の実験値(平均値)を、鋼構造物設計指針 Part B の終局せん断耐力算定式の計算値で除して無次元化した値を、棒グラフ化して示した。計算値は、普通コンクリートに対しては 1.7 程度の安全率を保っているが、L、UL となるにつれて、その安全率が 1.25~1.50 に低下していることが確認できる。これは、UL、L の引張、せん断強度が共に N よりも低くなっているためと考えられる。しかし、値はいずれも 1.0 を上回っており、終局せん断耐力算定式を、超軽量コンクリートにも準用できると考えられる。

また、道路橋示方書の許容せん断力算定式の計算値に対しても、終局せん断耐力は 5 以上の安全率を確保しており、超軽量コンクリートを合成構造物へ適用することは十分可能であると考えられる。

4. まとめ

- ・人工軽量骨材を用いることで、ブリージングの発生を低減できると推察される。
- ・既往のせん断耐力算定式を、超軽量コンクリートを使用した場合にも準用できる。ただし、軽量、超軽量コンクリートとなるにつれて、終局耐力に対する安全率は低下する。

【参考文献】

1)太平洋セメント(株)清澄研究所:超軽量コンクリート、日本材料学会関西支部最新コンクリート技術講演会資料、1998.10
2)日本鋼構協: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、JSSC テクニカルレポート No.35、1996.11

表-2 コンクリートの物性

ケース	UL(超軽量)	L(軽量)	N(普通)
圧縮強度 σ [N/mm ²]	29.7	38.3	30.5
ヤング係数 E [N/mm ²]	1.23×10^4	2.10×10^4	3.38×10^4
ボアソン比	0.23	0.23	0.24
比重 γ	1.26	1.70	2.34

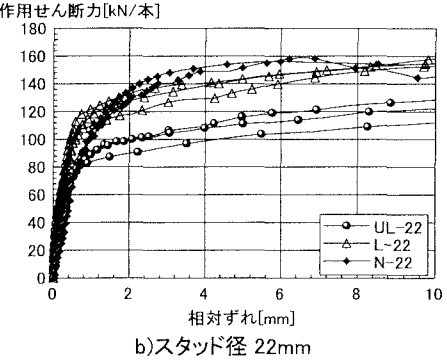
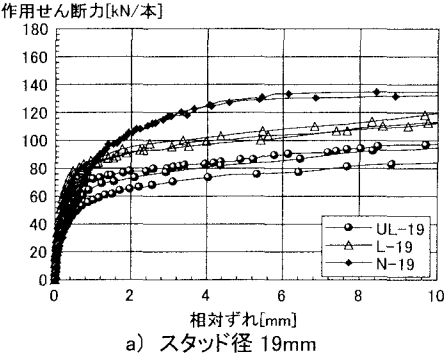


図-4 相対ずれ-作用せん断力曲線

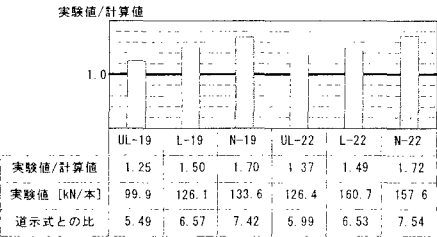


図-5 終局せん断耐力の比較