

超軽量コンクリートを用いた鋼・コンクリート合成構造の開発

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, フェロー 太田 俊昭

三菱重工業(株) 正会員 田村 一美, 正会員 木原 一禎

1. はじめに

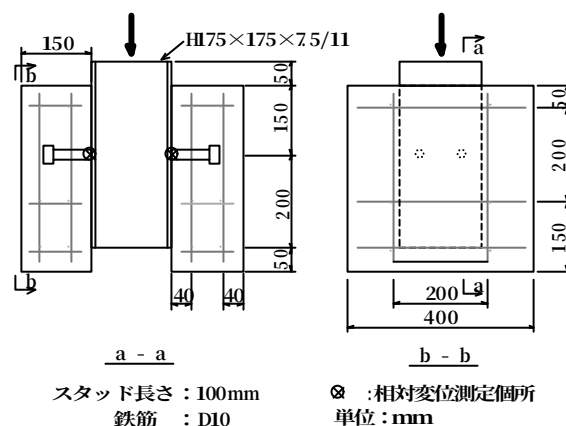
鋼・コンクリート合成構造は、鋼とコンクリートの長所短所を補完した構造であり、現在、鋼構造及びコンクリート構造に次ぐ第三の構造として定着しつつある。しかしながら、合成構造は鋼構造に比べて重量が重く、耐震性、施工性及び経済性に劣る場合がある。そのため、合成構造の軽量化は、適用範囲の拡大に重要なことである。

そこで、本研究では合成構造の軽量化の方策として、圧縮強度に優れた超軽量コンクリートを用いた合成構造の開発を目的として、その基本的な力学特性であるスタッドの押し抜き試験や鋼・コンクリート合成はりの静的曲げ試験を実施し、この構造の有用性について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、超軽量コンクリート（以下、UL と略す）、軽量コンクリート（以下、L と略す）および普通コンクリート（以下、N と略す）の3種類のコンクリートを使用した。配合表を表－1に示す。押し抜き試験は、表－2に示す6種類の供試体に対して行った。供試体は3種類のコンクリートで製作し、それぞれのタイプについてスタッド長を100mmに固定し、スタッド径を19mm、22mmと変化させた。供試体寸法および載荷方法を図－1に示す。載荷は万能試験機を用いて鋼板とコンクリートの相対ずれ及び耐力を測定した。

合成はりの静的曲げ試験供試体の種類を表－3に、正曲げ供試体の一般図と荷重載荷位置を図－2に示す。負曲げ供試体は正曲げ供試体の上下を反転させ、引張鉄筋をD25とした。供試体は6mm厚の鋼板とコンクリートをスタッドにより一体化させた合成はりであり、スタッドは長さ200mmの長尺スタッドを用い、ずれ止めと併せてはりのせん断補強筋としての機能を期待した。コンクリートは押し抜き試験と同様に3種類使用した。スタッド間隔は200mmを基準としたが、ULでは100mm間隔の供試体も製作した。



図－1 押し抜き試験供試体一般図

表－1 コンクリートの配合表

配合 NO.	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位重量 (kg/m ³)									単位容積質 量(kg/m ³)
				W	C	S1	S2	S3	G1	G2	SP	AE	
UL	32.6	50.0	5.0	155	475	230	127	—	284	—	2.85	3.80	1272
L	39.0	46.0	5.0	155	397	—	—	804	319	—	1.59	4.76	1675
N	55.0	52.0	4.5	155	282	—	—	967	—	927	1.13	1.69	2331

注) C:高炉セメントB種, S1:超軽量細骨材, S2:硬質ポーラライト, S3:石灰質砕砂

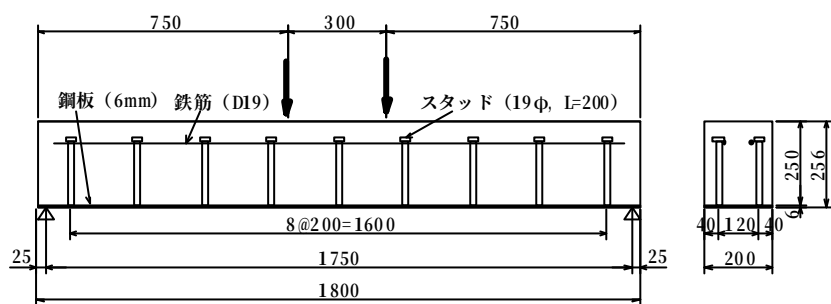
G1:超軽量粗骨材, G2:石灰岩砕石, SP:高性能AE減水剤, AP:A E助剤

表－2 供試体の種類
(押し抜き試験)

Type	コンクリートの 種類	スタッド径 (mm)
UL-19A	超軽量コン クリート (UL)	19
UL-22A		22
L-19A	軽量コンクリート (L)	19
L-22A		22
N-19A	普通コンクリート (N)	19
N-22A		22

キーワード：超軽量コンクリート，合成構造，スタッド

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1, TEL.092-642-3309, FAX.092-642-3309



図－２ 曲げ試験供試体一般図と載荷位置（正曲げ）

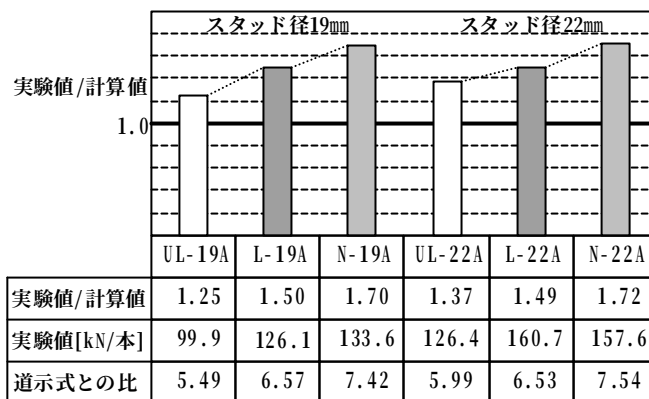
表－３ 供試体の種類

（曲げ試験）

Type	コンクリート	スタッド間隔 (mm)	載荷方法
UL-10T	UL	100	正
UL-10C			負
UL-20T		200	正
UL-20C			負
L-20T	L	200	正
L-20C			負
N-20T	N	200	正
N-20C			負

３．実験結果と考察

押し抜き試験による終局せん断耐力の実験結果を図－３に示す。グラフの縦軸は、実験値を鋼構造物設計指針^{１)}に準じて求めた計算値で除した無次元値を表す。スタッド径 19mm, 22mm のいずれも、実験値／計算値は N, L, UL の順に減少している。これは、UL や L では N と同等の圧縮強度であるにも関わらず、引張強度が極端に N より小さいためと推察される。しかしながら、実験値／計算値の値は UL でも 1 以上のため、上記の終局せん断耐力式を UL に適用できると考えられる。



図－３ 押し抜き試験の終局せん断耐力の比較

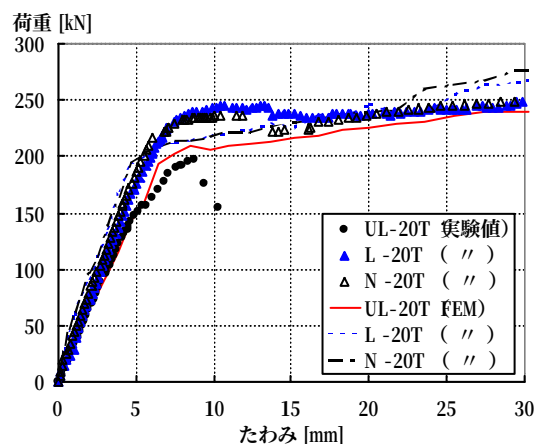
また、道路橋示方書に準じて求めた許容せん断耐力の計算値との比も図－３に併記する。UL は N や L より小さいが、最大せん断耐力は許容せん断耐力に対して 5 倍以上の安全率を有することが確認された。

次に、静的曲げ試験の最大荷重の実験結果とコンクリート標準示方書に準じて算出した曲げ耐力を表－４に示す。正曲げ供試体の UL-10T, L-20T と N-20T と同様に最大荷重は計算値に対して 1.2 倍以上であるが、UL-20T は曲げ耐力以下でせん断破壊した。このことより、UL のせん断強度が N や L に比べて小さいため、UL ではせん断補強筋を十分に配置する必要があると考えられる。一方、負曲げ供試体は N を除いていずれも曲げ耐力の計算値以下でせん断破壊した。これは、負曲げ供試体が正曲げ供試体より引張鉄筋の有効高さが小さく、引張域のスタッドの定着が不十分であったため、スタッドがせん断補強筋として十分機能しなかったものと考えられる。

図－４に正曲げ供試体の静的曲げ試験の荷重－たわみ曲線とそれを考慮した FEM 解析値を示す。UL-20T は N-20T や L-20T よりヤング係数が小さいため、たわみが若干大きい、実験値と解析値はほぼ等しい。以上より、力学的には本研究で用いた超軽量コンクリート(UL)も合成構造のコンクリートとして使用することが十分可能であると思われる。

表－４ 静的曲げ試験の終局耐力

Type	実験値		計算値	破壊形式
	最大荷重 P_{max} [kN]	P_{max}/P_m	曲げ耐力 P_m [kN]	
UL-10T	207	1.22	170	曲げ
UL-20T	197	(0.95)	208	せん断
L-20T	254	1.23	207	曲げ
N-20T	265	1.33	200	曲げ
UL-10C	181	(0.91)	200	せん断
UL-20C	215	(0.89)	241	せん断
L-20C	214	(0.89)	241	せん断
N-20C	266	1.11	240	曲げ



図－４ 荷重－たわみ曲線（正曲げ）

（参考文献） １）土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造, pp.52, 1997