

# 形状最適化手法を利用した構造デザイン

藤井 大地・榛葉 亮 (M2)・中川恭一 (M1)・民谷知之 (B4)

キーワード：中空スラブ，耐震補強，CFRP

【緒言】近年，構造の最適形態を求める手法として，図1に示すように設計領域に境界条件・荷重条件を与えるだけで，合理的な構造形態が求まる手法が開発された。本研究では，このような手法を用いた構造デザインに関する応用的な研究を行っている。以下では，その一例として，CFRPテープによる最適補強に関する研究について紹介している。

東海沖地震や南海沖地震の可能性が高まる中，古い建物の耐震補強が急務となってきている。このような背景から，最近，テープ状の炭素繊維 (CFRP) をコンクリートに接着することで補強を行う方法が開発された。森村らは，これを中空スラブの耐震補強に用いることを目的として，CFRP補強を施した中空スラブの強度，振動特性に関する実験的研究を行っている (図2参照)。しかし，CFRPは比較的高価であるため，剛性，強度を高めるための効率のより貼り方が求められる。そこで，本研究では，CFRPの効率の良い貼り方を解析的に求めるために，形状最適化手法を応用する (図1参照)。

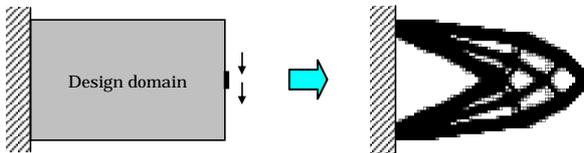


図1 位相最適化手法による構造形態の創生

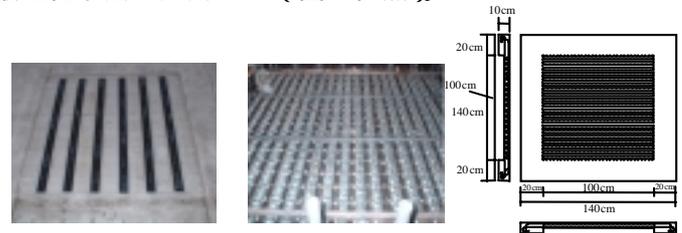
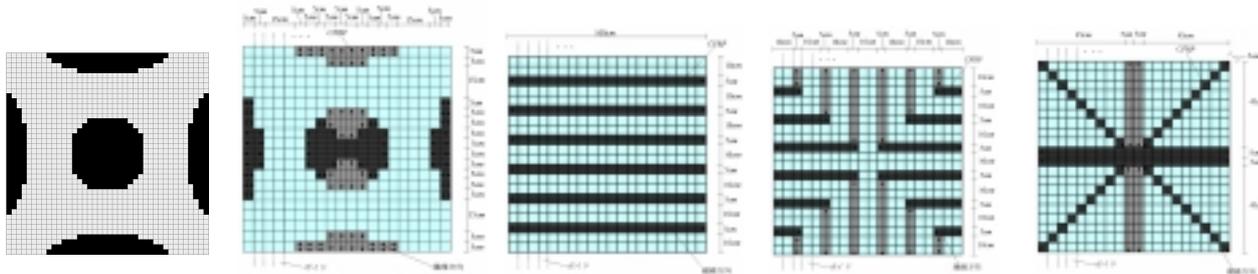


図2 中空スラブのCFRP補強

試験体

【結果及び考察】図3(a)は，本研究室で開発した解析プログラムによる形状最適化の結果である。また，(b)はこれをもとに作成した実験・解析モデルである。また，(c)~(e)は，最適化モデルの有効性を検証するために用意した比較モデルである。表1は，これらのモデルの弾性解析結果を示したものであるが，Case4の剛性が最も高くなっている。また，実験においても，Case4の剛性が最も高いことが検証された。



(a) 解析結果

(b) Case4

(c) Case1

(d) Case2

(e) Case3

図3 実験および解析モデル

表1 スラブ中央たわみとスラブの最大応力の比較

	Case1	Case2	Case3	Case4
中央たわみ	$7.525 \times 10^{-3} \text{cm}$	$7.433 \times 10^{-3} \text{cm}$	$7.175 \times 10^{-3} \text{cm}$	$6.716 \times 10^{-3} \text{cm}$
$\sigma_x^{\max}$	$1.423 \text{N/mm}^2$	$1.397 \text{N/mm}^2$	$1.374 \text{N/mm}^2$	$0.836 \text{N/mm}^2$
$\sigma_y^{\max}$	$1.424 \text{N/mm}^2$	$1.386 \text{N/mm}^2$	$1.356 \text{N/mm}^2$	$0.818 \text{N/mm}^2$

【結論】形状最適化手法を利用した構造デザインの一例として，CFRPテープを用いたスラブ補強に，形状最適化手法で得られたレイアウトを利用することを検討し，その有効性が検証された。