

ワッフル型 UFC 床版床組の構造および剛性に関する検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○小坂 崇 阪神高速道路(株) 正会員 金治 英貞
鹿島建設(株) 正会員 一宮 利通 鹿島建設(株) 正会員 藤代 勝

1. はじめに

筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC という）を用い、自重が鋼床版と同程度に超軽量かつ耐久性の高い道路橋床版を開発した¹⁾。UFC 床版はその材料特性を活かし、床版厚を小さくすることによって軽量化をはかっているため、従来のコンクリート系床版と比較するとたわみが大きくなる。よって、UFC 床版と鋼横桁からなる床組の構造および剛性を検討し床組構造の最適化の可能性を模索した。

2. ワッフル型 UFC 床版床組の構造概要

UFC は圧縮強度が 150N/mm^2 以上、ひび割れ発生強度の特性値が 4N/mm^2 以上の繊維補強を行ったセメント質複合材である。著者らは、UFC を用い床版の質量が超軽量のワッフル型 UFC 床版（鋼床版と同等、従来の PC 床版の 1/4 程度の質量）と軽量の平板型 UFC 床版（従来の PC 床版の 1/2 程度の質量）を開発した。

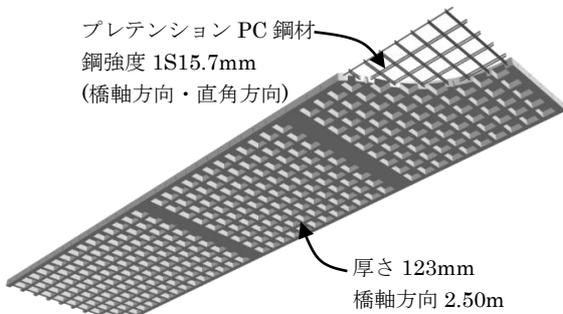


図-1 ワッフル型 UFC 床版

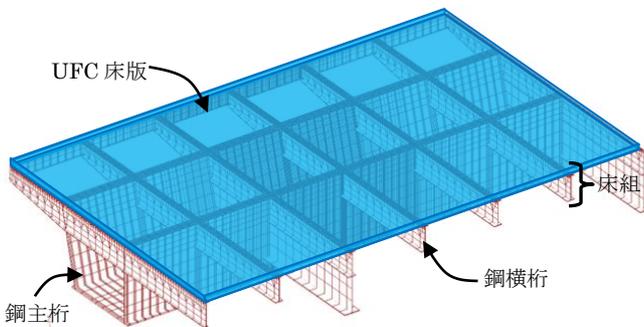


図-2 UFC 床版合成桁の床組構造

本検討では平板型より剛性が小さいワッフル型を対象とした。ワッフル型 UFC 床版を図-1、床組構造を図-2 に示す。UFC 床版は鋼主桁（あるいは鋼縦桁）、鋼横桁の 4 辺で支持される構造である。

3. 床組の構造および剛性に関する検討

解析モデルの境界条件を図-3 に示す。UFC 床版および横桁はシェル要素とした。床版と横桁は要素長 100mm の剛体要素で接合した。境界条件は主桁と接合する面を完全固定として、その他の面を対称構造となるように設定した。荷重は図-4 に示すように、活荷重として T 荷重を床版中央に载荷した。

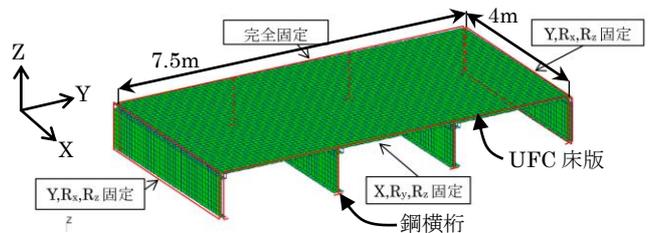


図-3 解析モデルの境界条件

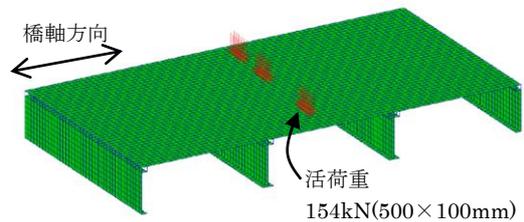


図-4 境界条件および荷重载荷状態

検討を実施したケースおよび検討結果を表-1 に示す。上段に横桁（鋼 I 型）の支持間隔（橋軸方向の床版支間）と横桁の断面高さを変数とした 15 ケースを示す。それぞれの横桁の曲げ剛性、図-3 に示す解析対象範囲における床組の質量比率を示す。なお、ケース No.1-2（横桁間隔 2.5m 、横桁高さ 0.8m ）が UFC 床版の既往研究において想定していた緒元であるため、比較の基準とする標準ケースとした。表-1 下段に横桁の構造や材質を変数とした 8 ケースを示す。こちらも No.1-2 と同様の緒元である No.2-1 を標準ケースとした。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート， UFC， 道路橋床版， 床組， 合成桁

連絡先 〒550-0011 大阪市中央区久太郎 4-1-3 阪神高速道路(株)技術部 湾岸線技術調査室 tel:06-4963-5602

表-1 UFC 床版床組の検討ケースおよび結果

検討ケース No.	構造	横桁の緒元					床組質量 7.5×4m 比	解析結果(たわみ: mm)				L/δ ₂	付加する構造
		横桁間隔 L(mm)	横桁高 (mm)	曲げ剛性				横桁上 δ ₁	最大 δ ₂	床版たわみ			
				I(10 ³ cm ⁴)	EI(kNm ²)	比率				δ ₃ =δ ₂ -δ ₁	比率		
1-1	鋼 I 型	2,500	600	60.6	1.21E+05	0.5	0.98	1.3	3.3	2.0	1.05	762	(標準ケース)
1-2			800	121.2	2.42E+05	1.0	1.00	0.9	2.7	1.9	1.00	916	
1-3			900	183.3	3.67E+05	1.5	1.02	0.7	2.5	1.8	0.97	996	
1-4			1,000	245.6	4.91E+05	2.0	1.04	0.6	2.4	1.8	0.96	1050	
1-5			1,500	607.7	1.22E+06	5.0	1.08	0.4	2.1	1.7	0.93	1196	
1-6			2,250	800	121.2	2.42E+05	1.0	1.01	0.9	2.3	1.5	0.78	
1-7		2,000	400	23.4	4.68E+04	0.2	0.98	1.6	2.9	1.3	0.68	692	
1-8			600	60.6	1.21E+05	0.5	1.00	1.3	2.5	1.2	0.65	810	
1-9			800	121.2	2.42E+05	1.0	1.03	0.9	1.8	0.9	0.49	1130	
1-10			900	183.3	3.67E+05	1.5	1.06	0.7	1.8	1.1	0.58	1130	
1-11			1,000	245.6	4.91E+05	2.0	1.08	0.6	1.6	1.0	0.56	1220	
1-12			1,500	600	60.6	1.21E+05	0.5	1.05	1.2	1.8	0.7	0.36	
1-13		800		121.2	2.42E+05	1.0	1.09	0.8	1.4	0.6	0.32	1071	
1-14		900		183.3	3.67E+05	1.5	1.12	0.7	1.2	0.6	0.31	1220	
1-15		1,000		245.6	4.91E+05	2.0	1.15	0.6	1.1	0.6	0.31	1327	

※1: 補剛材の厚さは9mmで、ウェブの両面に配置、ピッチ1.0m
 ※2: H-100の断面性能をビーム要素として入力、ピッチ1.0m

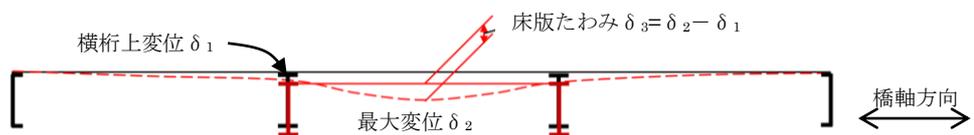
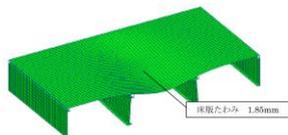


図-5 床版たわみの定義

基準類において床版のたわみに関する規定はないが、道路橋示方書では鋼床版のデッキプレートの最小板厚の解説として縦リブ間隔の 1/300 という目安が示され舗装等への配慮が記載されている。本検討では同様の横桁支間を有する鋼床版のたわみを目標値とすることとし、1.5mm とした。床版のたわみの定義を図-5 に示す。

等以下にたわみを小さくできることがわかった。また、既往の研究で想定していた軽量かつたわみが小さくなる床組構造を算定することができた。

解析の結果、図-6 に示すように目標値 1.5mm をクリアするのは、標準ケース No.1-2 よりも軽量になるのは No.1-7 (横桁間隔 2m, 横桁高 0.4m) であったため、想定する UFC 床版と組み合わせる横桁としてはこのケースが最適といえる。

本研究をおこなうにあたり、長岡技術科学大学長井名誉教授、東京工業大学二羽教授、岐阜大学内田教授および神戸大学三木准教授にご指導をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

また、横桁の構造について材質等を変化させて解析した結果、目標値をクリアするパラメータは、主桁間に縦桁を配置する No.2-2, 横桁を UFC とする No.2-7, UFC 床版自体の剛性を高くする No.2-8 であった。しかし、いずれのケースも床組質量は標準ケースよりも重くなったため、コストの点で No.1-7 に劣ると考えられる。

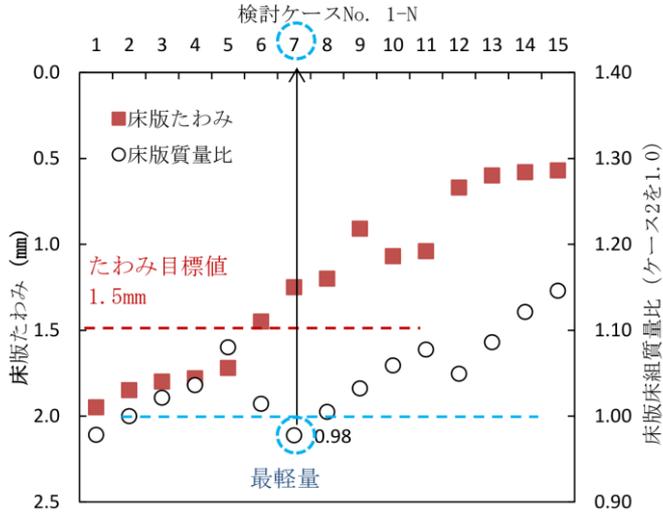


図-6 床版たわみと床組質量比

4. おわりに

本検討では、UFC 床版床組の構造および剛性について、たわみに着目した検討をおこない、鋼床版と同

参考文献

1) 土木学会： UFC 道路橋床版に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.17，2015.7.