

東京国際空港D滑走路建設外工事

D滑走路 棧橋プレキャスト

UFC床版構造の設計

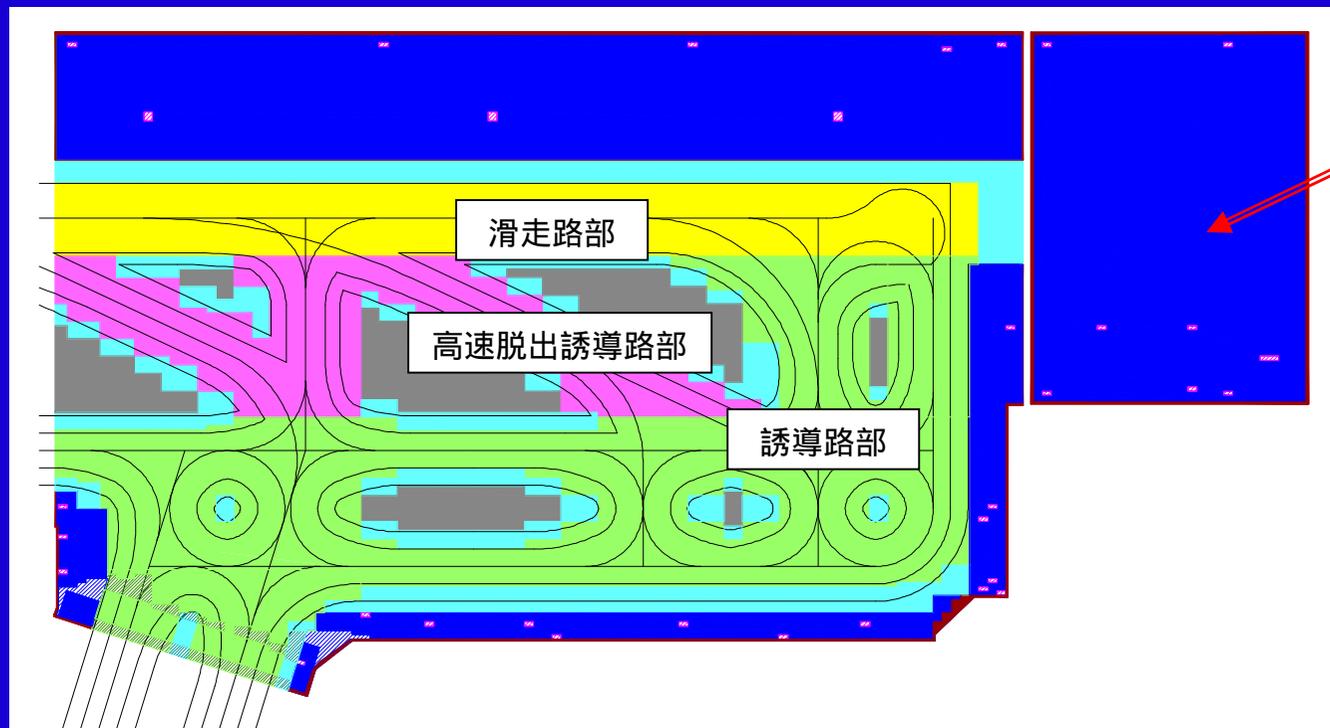
~ 超高強度繊維補強コンクリート
による床版の軽量化・高耐久化 ~

D滑走路棧橋部へのUFCの適用

UFC床版

UFC: 超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength Fiber reinforced Concrete) の略称

適用範囲



UFC床版適用範囲

(青色の範囲)
約20万m²

標準床版寸法
7.82m × 3.61m
使用版数
約6,900枚
(異形版を含む)

UFC材料

反応性粉体コンクリート



UFC 粉体



専用鋼繊維

粉体

+

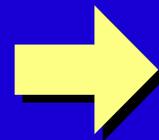
鋼繊維

+

水、減水剤

=

UFC



骨材,鉄筋を含まない

圧縮試験

UFCの超高強度
普通コンクリートの4 ~ 8倍
設計特性値 180N/mm²

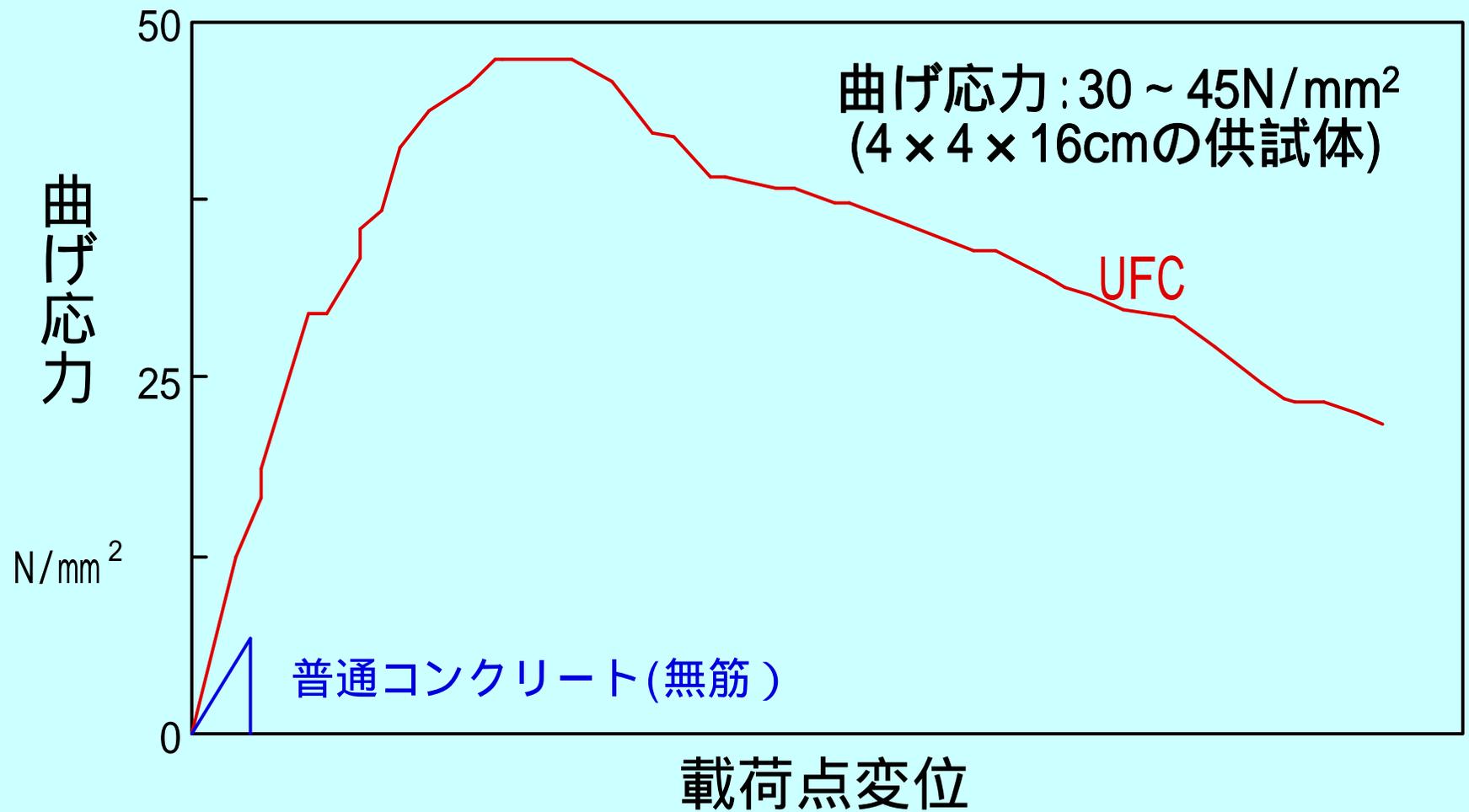
圧縮試験

UFCの超高強度

普通コンクリートの4 ~ 8倍

設計特性値 180N/mm²

曲げ特性



UFCのイメージ

曲げモーメント150kNm

210kg/m

50kg/m

50kg/m

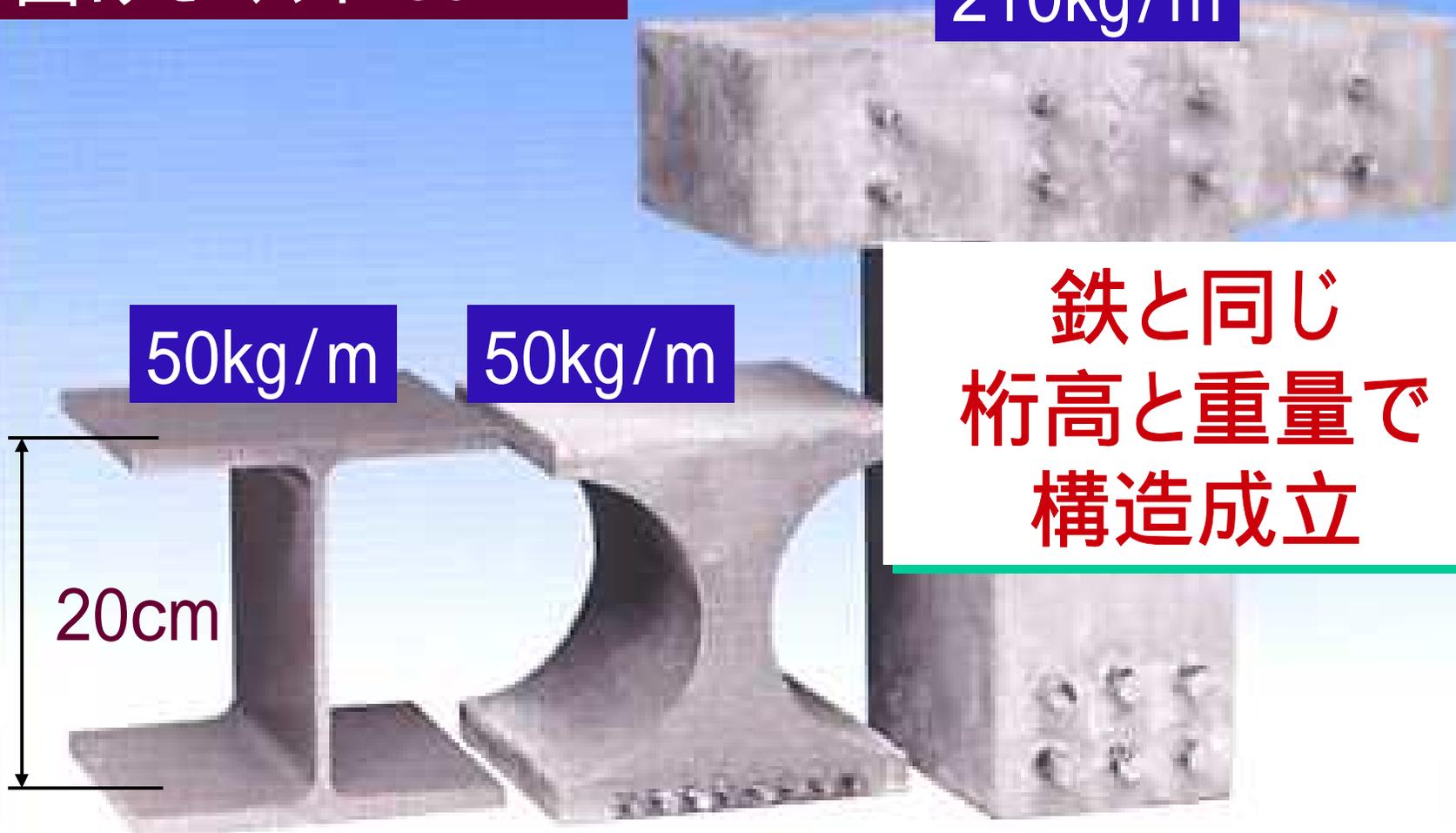
20cm

鉄と同じ
桁高と重量で
構造成立

H型鋼梁

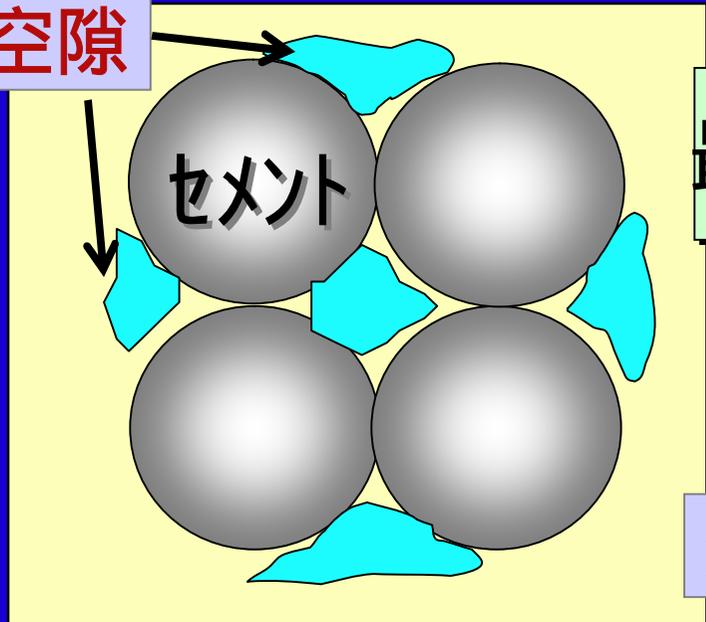
UFC梁

普通コンクリート梁

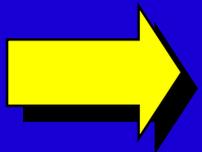


配合設計による高緻密

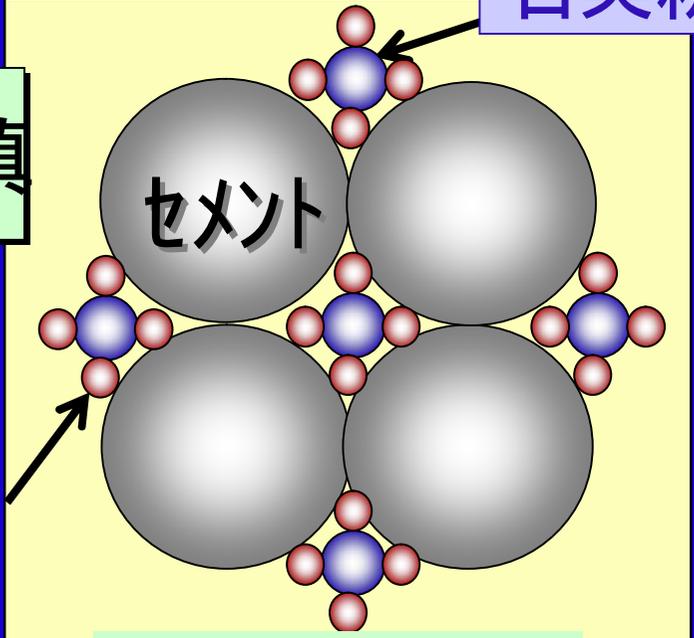
空隙



最密充填



シリカフューム



高性能コンクリート W/C=35%



UFC W/C=22%



UFCの耐久性

透水係数：普通コンの $1/10^6 \sim 1/10^7$

中性化速度：普通コンの $1/100$ 以下

耐塩害性：塩素イオンの拡散
普通コンの $1/100 \sim 1/500$

凍結融解抵抗性：極めて良好
凍結融解試験で損傷なし

UFC床版の選定理由

軽量化

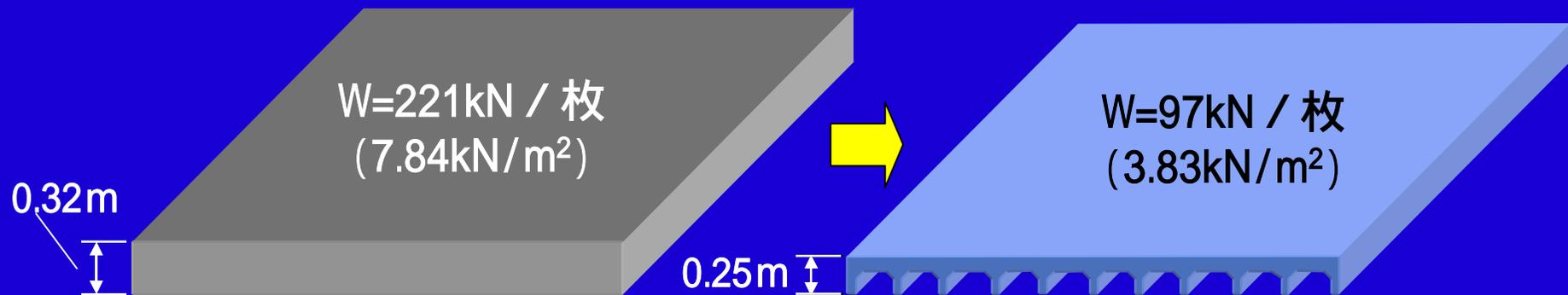
普通コンクリート床版に対し51%の死荷重軽減
ジャケットの鋼材量および杭重量が低減
建設費のコストダウンが図れる

高い耐久性

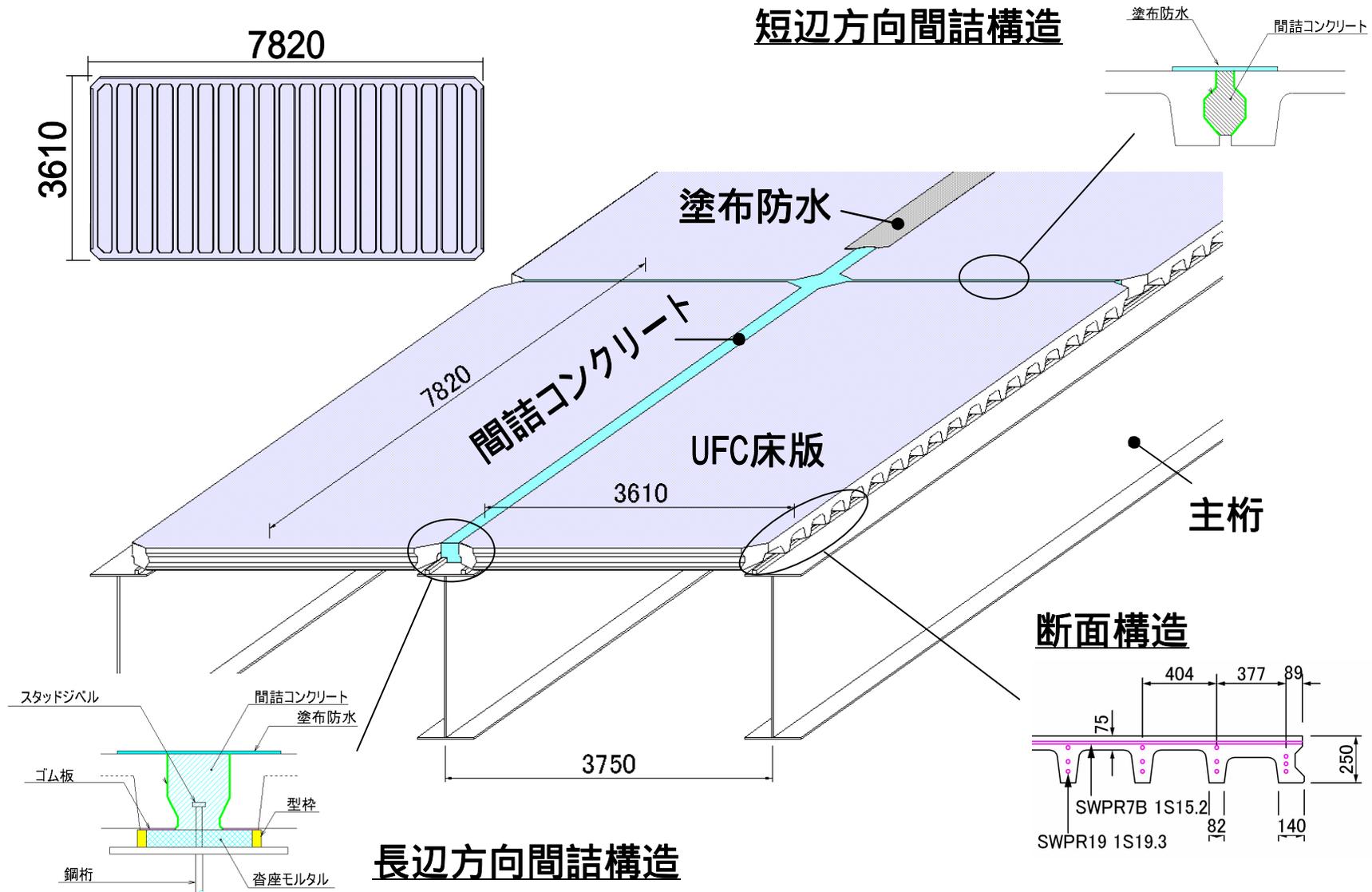
防水対策や塩害対策など、維持管理費の低減が図れる

普通コンクリートPC床版

UFC床版



構造概要



UFC床版・実物大状況



長さ3.6m

幅7.8m

UFC床版の照査項目

	使用限界状態	終局限界状態 (航空機荷重時)
要求性能	<ul style="list-style-type: none">• UFCにひび割れや損傷を生じさせない。	<ul style="list-style-type: none">• 早急に取り替や補修を必要となるような損傷を生じさせない。
照査項目	<ul style="list-style-type: none">• 引張応力 < 制限値• 圧縮応力 < 制限値	<ul style="list-style-type: none">• 破壊に対する 安全率 > 1.0• PC鋼材応力 < 降伏応力

解析結果

使用限界状態の曲げ応力に対する照査

単位 : N/mm²

	合成応力	応力の制限値
短辺方向 (梁)	-6.9	-8.0
長辺方向 (床版)	-7.5	

注 1 : 応力は圧縮を正とする。
2 : 圧縮応力は制限値よりもはるかに小さいため、掲載を省略する。

引張応力が制限値
8N/mm²以内
ひび割れは
生じない

終局限界状態 (航空機荷重時) の曲げ耐力と PC鋼材応力に対する照査

	曲げ破壊 安全率	PC 鋼材応力 (N/mm ²)
短辺方向 (梁)	1.73 > 1.00	1070 < $\sigma_y=1562$
長辺方向 (床版)	1.86 > 1.00	920 < $\sigma_y=1562$

・曲げ破壊に対する安全率
は十分高い
・PC鋼材は降伏に達しない

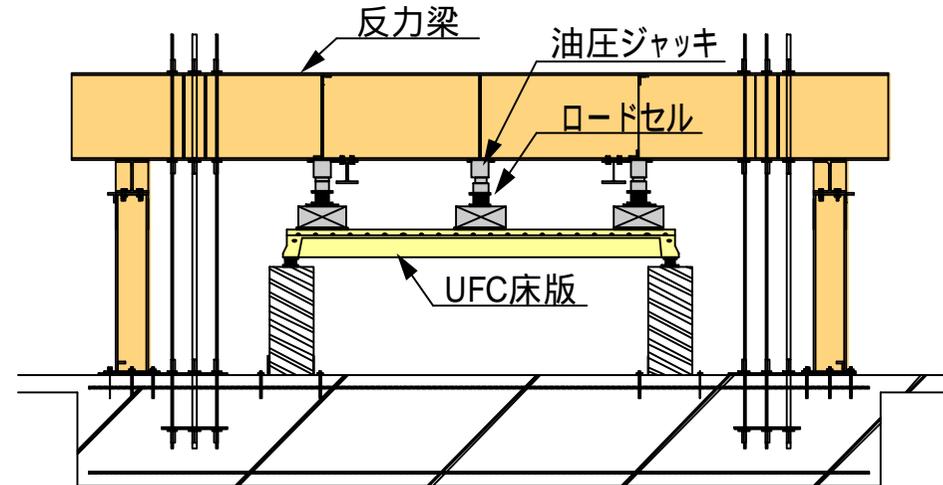
実物大載荷実験の概要

実験概要

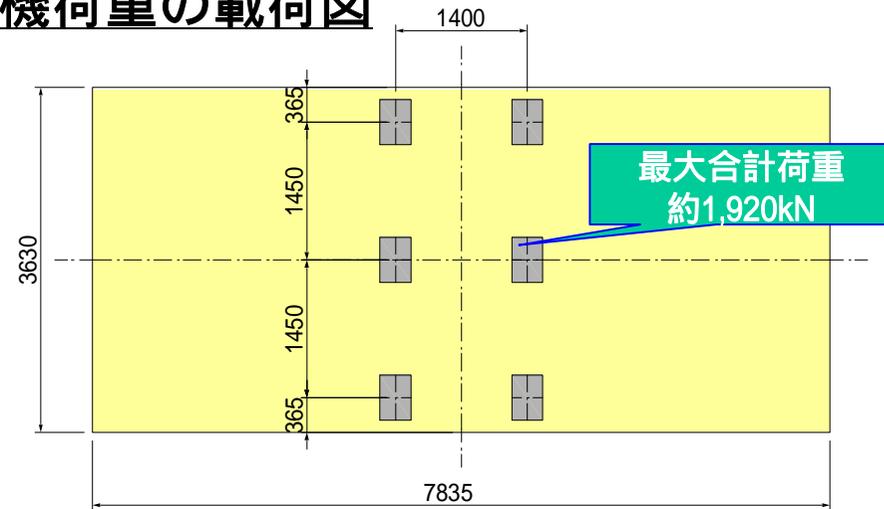
実物大の床版に、自動車荷重、航空機荷重を作用させ、設計どおりの応答が得られることを確認する

自動車荷重は、発生断面力が同じとなるような等価荷重を作用させる

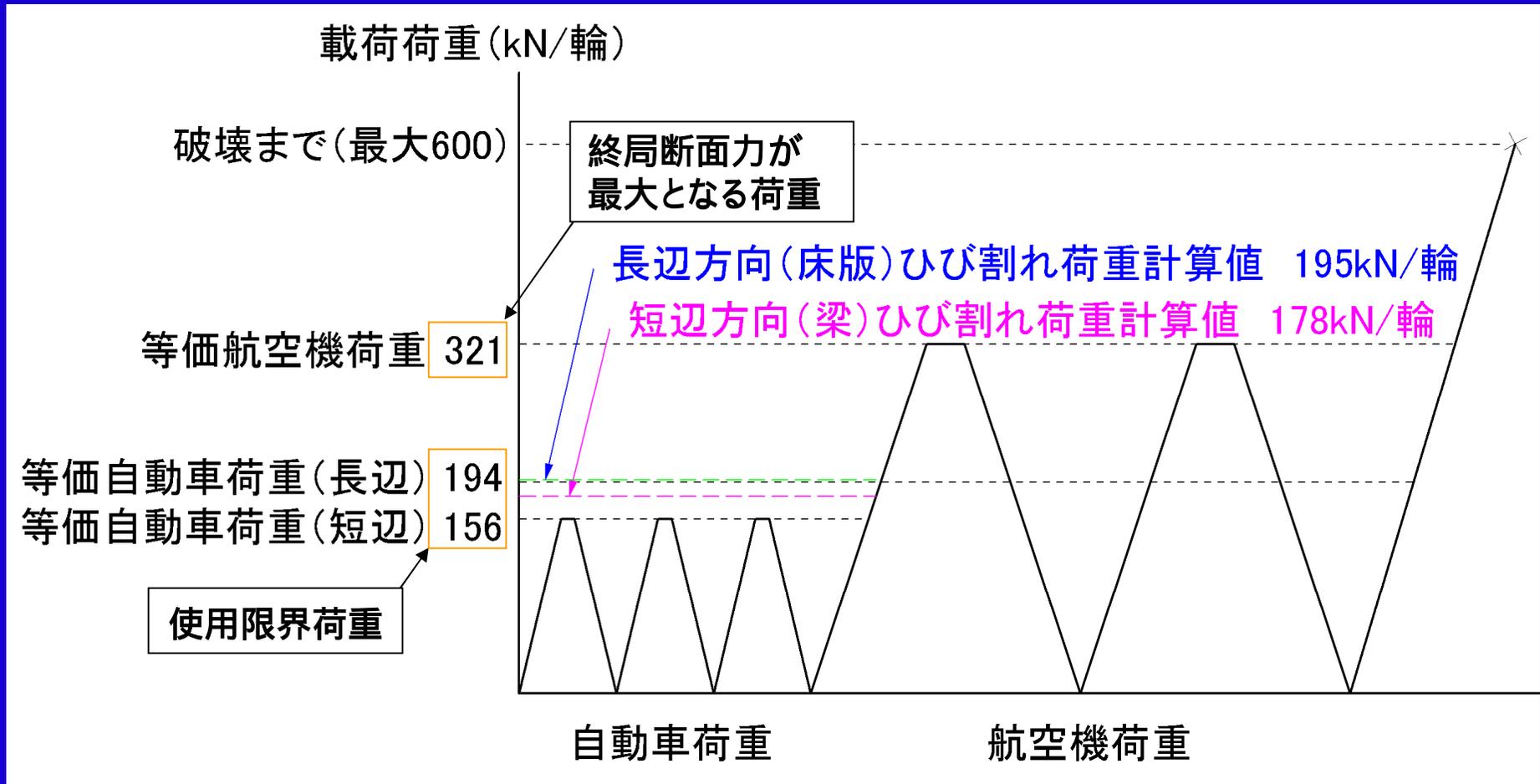
荷重載荷設備(例)



航空機荷重の載荷図



載荷ステップ

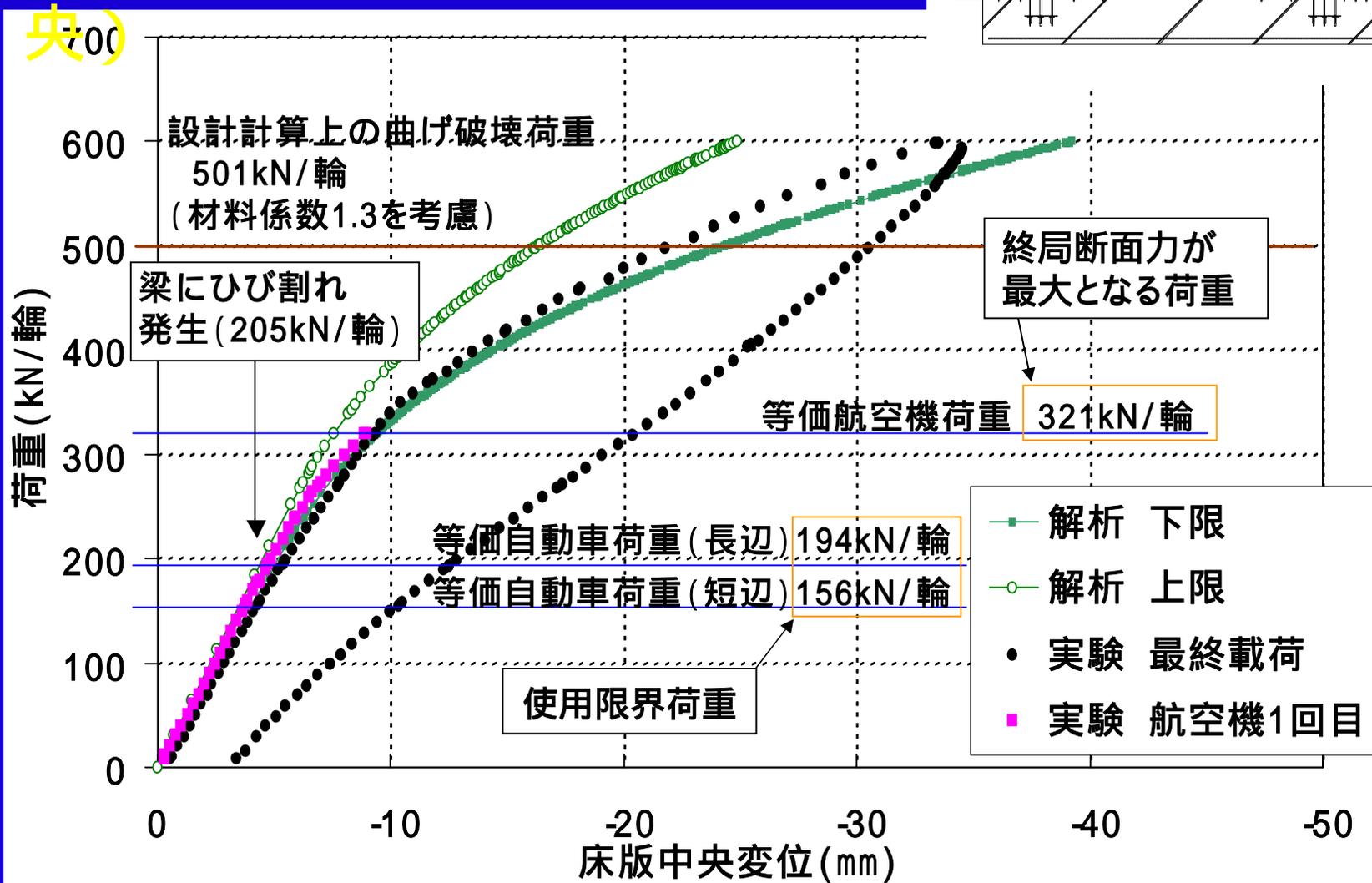


載荷状況



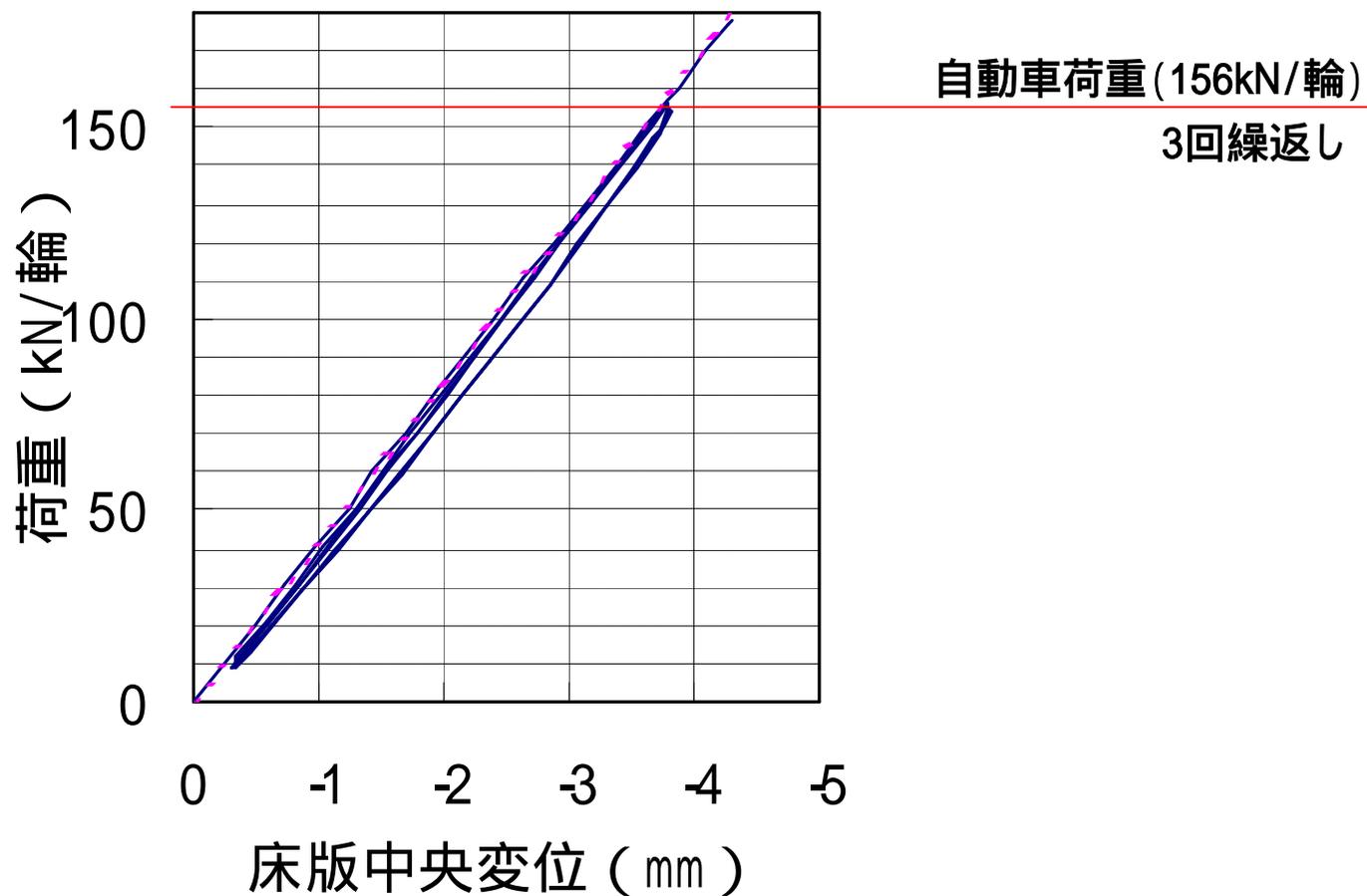
実験結果の概要

荷重 - 変位曲線 (支間中央)



実験結果の概要

床版中央の荷重 - 変位曲線
(自動車荷重時3回繰返し)



実験結果まとめ

実験結果

使用限界状態について

- ・3回の荷重繰返しに対し、応答は線形で、変位やひずみはFEM解析結果とよく一致
- ・ひび割れ発生荷重は設計値より大きい

終局限界状態について

- ・航空機荷重時1回目に対する3回目の鉛直変位の増加は2.5%程度

最大荷重について

- ・航空機荷重の1.8倍以上となる600kN輪まで荷重-変位は単調増加の関係にあり、ひび割れ幅は概ね0.1mm以下

判定

- 
- ・使用状態の性能を満足
(ひび割れが発生しない)
 - ・設計法の妥当性を確認

- 
- ・航空機荷重に対し十分な耐力を有する
(早急な取替や補修が必要となる状態に至らない)