

鉄道 RC ラーメン高架橋の荷重配分に関する解析的検討

北武コンサルタント (株)

正会員 ○阿部 淳一

非会員 大滝 航

公益財団法人鉄道総合技術研究所

正会員 八幡 太一

正会員 田所 敏弥

1. はじめに

鉄道構造物の高架橋に多く用いられる RC ラーメン高架橋の設計は、各ラーメンを2次元に置換した骨組み解析により応答値の算定を行うことが一般的である。このとき、スラブ自重やスラブ上に作用する荷重は、各梁が負担すると仮定した荷重配分計算を行う必要があり、設計作業は煩雑となっている。一方、ラーメン高架橋は高次不静定構造であり、柱、梁、スラブ等の各部材の挙動が互いに連動するため、3次元モデルにより応答値を算定することが、より構造物の実挙動を再現できるものと考えられる。本論文はこのような観点のもと、3次元モデルによる鉄道 RC ラーメン高架橋の応答値の算定についていくつかの解析的検討を行った。

2. 解析モデル

本検討は、図-1 に示す一般的な鉄道 RC ラーメン高架橋を対象とした。解析モデルは、図-2 に示すように2次元骨組みモデル、3次元骨組みモデル、3次元 FEM モデルとした。なお、本論文は基礎的な検討として、自重に対する縦梁の断面力について比較を行うものとし、モデル化を簡易にするため杭はモデル化せず、杭頭部を固定とした。

2次元骨組み（以降、2D）は従来の方法で、図-3 のように梁はスラブを含むT型断面として断面定数を算定する。スラブ上の荷重は図-4 に示すように、縦梁と横梁の交差角の1/2で各梁が負担するものとして荷重

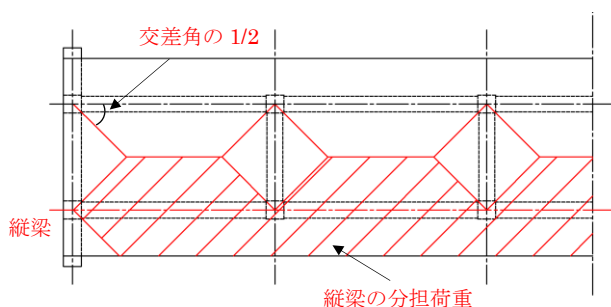


図-4 梁の分担荷重（縦梁）

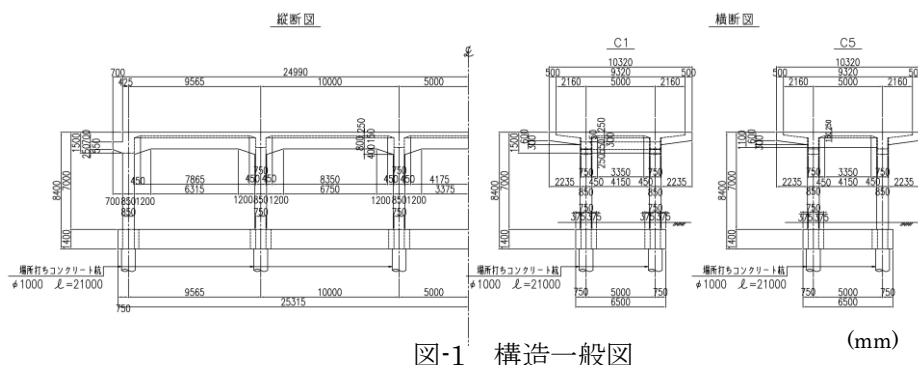
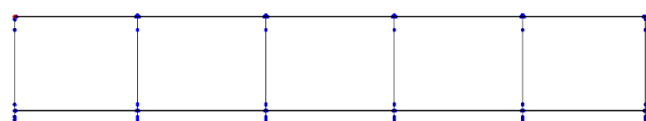
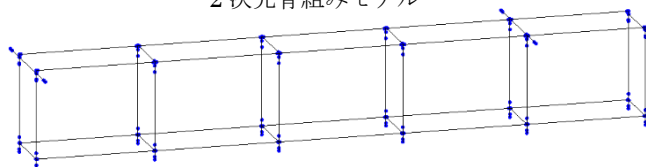


図-1 構造一般図



2次元骨組みモデル



3次元骨組みモデル



FEM モデル

図-2 解析モデル図

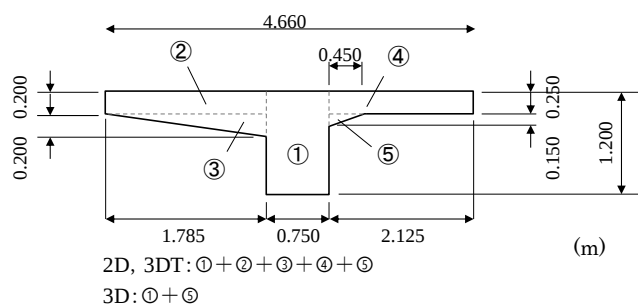


図-3 断面定数の算定（縦梁）

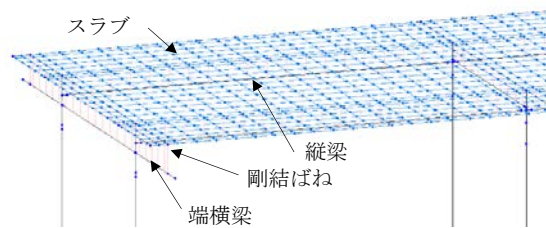


図-5 3次元骨組みモデル（スラブ）

キーワード 鉄道 RC ラーメン高架橋, スラブ, 3次元解析

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通7丁目北武第2ビル TEL 011-851-3181

の算定を行う．3次元骨組みモデル(以降, 3D)は, スラブを考慮しない断面で梁の断面定数を決定し, 図-5 に示すようにスラブ重心位置で格子状にスラブを梁要素でモデル化し, 縦横梁と剛ばねで連結させるモデルとした．3次元骨組みモデルは検討として, スラブの剛性を十分に柔とし, 縦横梁の断面を2次元と同様のT型断面とするモデルも構築した(以降, 3DT)．3次元FEMモデル(以降, FEM)はソリッド要素とし, 100mmを基準として要素分割を行った．

3. 解析結果

図-6 に各解析により得られた縦梁の曲げモーメント分布, 表-1 には縦梁の柱前面, 径間中央の引張側の応力を示す．FEMの応力は, 引張縁の要素の応力をY方向(線路直角方向)で平均化しており, T型はスラブを含み, 矩形はスラブを含んでいない．図-7 にはFEMにより得られた, スラブおよび上層梁の上面および下面のX方向(線路方向)の応力コンター図を示す．各位置の応力を比較すると, T型断面としてモデル化した2Dおよび3DTはFEMに比べ第2～第4径間中央の引張応力が大きくなる傾向となった．これは, スラブの応力状態が, T型断面としての応力状態と異なることが要因と考えられる．たとえば図-7 の赤い破線で示した個所は, 第2径間中央の位置を示しているが, スラブ下面は縦梁に近い位置では圧縮状態, 線路直角方向のspan中央では引張状態となり, 断面幅方向にひずみ分布を一樣とする骨組み解析の仮定と異なっている．また2Dでは, 第1, 第5径間の柱前面の応力が大きい．これは2Dでは桁受け自重の偏心による曲げが縦梁の曲げに直接影響するが, 3DTの場合, 偏心曲げは横梁のねじりと縦梁の曲げで抵抗するため, FEMの応力状態に近づいたものと考えられる．一方, 3Dでは応力値がFEMより大きく, スラブを格子状のビーム要素としてのモデル化では, 梁の負担する断面力が大きくなる結果となった．

4. まとめ

2次元骨組み解析と3次元骨組み解析結果を, FEMとの応力状態から比較を行った．2Dでは径間中央および柱前面の応力がFEMに比べ大きいものの, 設計として安全側の応答値を算定していた．3Dでスラブを柔としたモデルでは柱前面の応力が低減し, FEMに比較的近い応力状態となった．このモデルでは, 従来の設計のようなスラブ自重およびスラブ上の荷重計算を各梁に配分する計算を行う必要が無く, また各梁に作用するねじりモーメントも解析的に算定されるため, 設計作業を簡略化できることが考えられる．

一方, 3Dでスラブ剛性を考慮した解析は, FEMとの応力状態よりも応力値が高く, 今後その要因を精査していきたい．さらに本検討では自重のみであるため, 設計に用いる種々の荷重状態についてや, 梁のみならず柱などの種々の部材についても今後, 検討を行いたいと考えている．

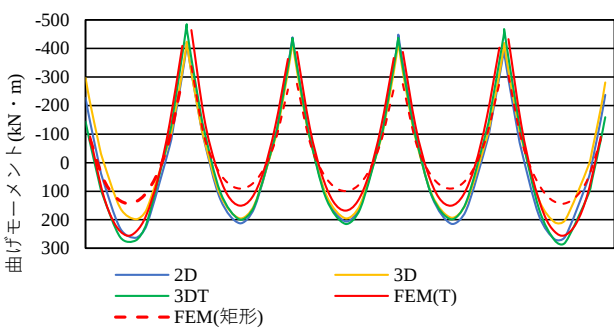


図-6 曲げモーメント図(縦梁)

表-1 引張応力値(N/mm²)

箇所		応力(N/mm ²)					応力比(骨組み解析/FEM)		
		2D	3D	3DT	FEM (T)	FEM (矩)	2D	3D	3DT
第1径間	柱前面	0.201	1.034	0.097	0.105	0.140	1.91	7.41	0.92
	径間中央	0.960	0.999	0.993	0.926	0.926	1.04	1.08	1.07
	柱前面	0.425	1.545	0.521	0.430	0.584	0.99	2.65	1.21
第2径間	柱前面	0.446	1.563	0.513	0.430	0.575	1.04	2.72	1.19
	径間中央	0.774	0.982	0.728	0.596	0.596	1.30	1.65	1.22
	柱前面	0.471	1.557	0.466	0.387	0.521	1.22	2.99	1.20
第3径間	柱前面	0.467	1.568	0.468	0.385	0.525	1.21	2.99	1.22
	径間中央	0.750	0.982	0.784	0.538	0.538	1.39	1.83	1.46
	柱前面	0.468	1.551	0.468	0.389	0.526	1.20	2.95	1.20
第4径間	柱前面	0.483	1.561	0.467	0.388	0.523	1.24	2.98	1.20
	径間中央	0.780	0.970	0.725	0.596	0.596	1.31	1.63	1.22
	柱前面	0.422	1.543	0.499	0.452	0.552	0.93	2.80	1.10
第5径間	柱前面	0.403	1.564	0.508	0.456	0.562	0.88	2.78	1.11
	径間中央	0.979	1.051	0.995	0.927	0.927	1.06	1.13	1.07
	柱前面	0.208	0.926	0.110	0.080	0.148	2.61	6.24	1.38

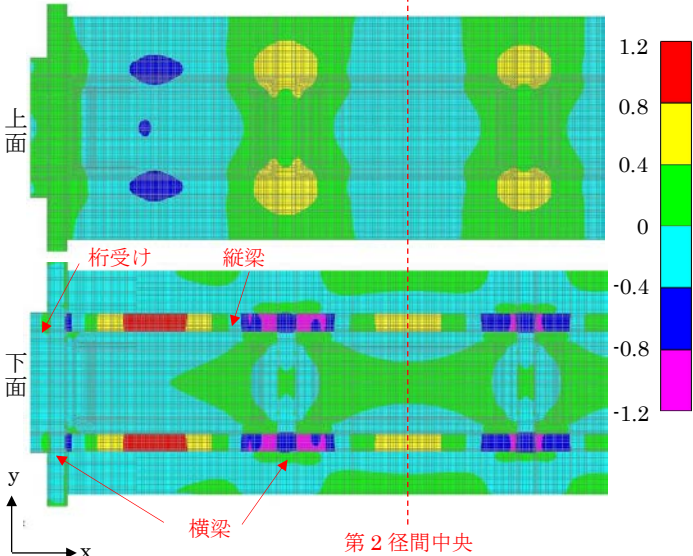


図-7 FEM 応力コンター図(N/mm²)