

合成構造地中梁の設計法に関する一考察

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○山崎 裕史

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 古山 章一

1.はじめに

ラーメン高架橋を構築する場合、フーチングを小さくするためや、耐震性向上、不等沈下対策として地中梁を施工する。しかし、都市部など作業制約を大きく受ける箇所では、この地中梁の工事費が、全体工事費に占める割合が非常に大きくなる。

この問題を解決するため、合成構造地中梁の開発を行った。本構造の概要については、昨年度の土木学会全国大会で報告している。

本稿では、各種試験から得た知見を基に、合成構造地中梁の設計法についてまとめる。

2.試験概要

試験はラーメン高架橋地中梁を想定した部分縮小モデルで2面鋼板補強梁部材とし、曲げに対する耐力を把握するため、ジベル筋量やジベル筋間隔を変化させた梁の曲げ試験を行った。図-2 に試験体形状例を、表-1 に試験体諸元を示す。

3.実験結果および考察

3.1 荷重 - 変位曲線

図-3 に、荷重 - 変位曲線の一例を示す。ここで、鋼板全塑性荷重¹⁾とは、鋼板が完全塑性応力状態達したときの曲げモーメント M_p から求められる荷重で、以下のように定義される。

鋼板全塑性荷重

$$P_p = 2 \cdot M_p / a$$

$$M_p = \sigma \cdot W = \sigma \cdot t \cdot H^2 / 4$$

図より、 載荷～コンクリートスパン中央に曲げひび割れが発生するまで、 曲げひび割れ発生～鋼板全塑性荷重、 鋼板全塑性荷重～最大荷重の区間で、曲線の傾き（剛性）が変化していることがわかる。これは、 区間がコンクリートと鋼板の合成域、 区間は

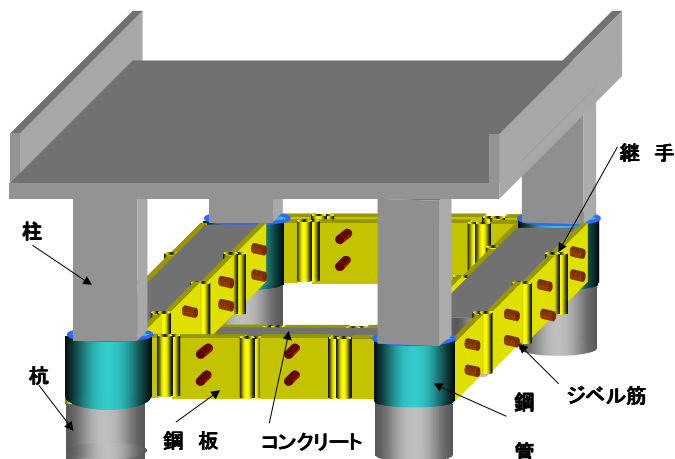


図-1 合成構造地中梁

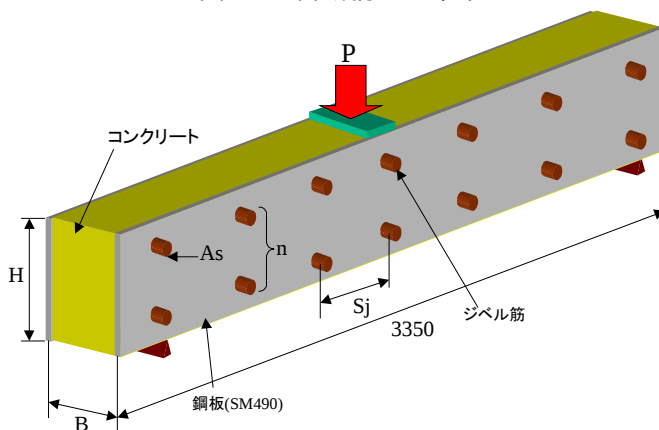


図-2 試験体形状例

表-1 試験体諸元

試験体名		断面幅 B (mm)	断面高さ H (mm)	試験体 長さ L (mm)	せん断 スパン a (mm)	有効高さ d (mm)	せん断 スパン比 a/d	鋼板厚 t (mm)	鋼材比 t/B (%)	ジベル筋径 Dj (mm)	ジベル筋 間隔 Sj (mm)	ジベル筋 補強率 $\rho \cdot f_{sy}$ (N/mm ²)
No	1	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M6-3段×17列	170	0.95
	2	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M6-3段×9列	340	0.48
	3	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M6-3段×7列	510	0.32
	4	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M10-3段×9列	340	0.98
	5	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M10-3段×7列	510	0.65
	6	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D13-3段×9列	340	1.87
	7	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D16-3段×9列	340	3.25
	8	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D16-3段×7列	510	2.17
	9	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D19-3段×7列	510	3.11
	10	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D13-2段×9列	370	1.16
	11	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	M10-3段×13列	240	1.92
	12	438	400	3350	1435	340	4.2	6	2.74	D13-2段×9列	370	1.17
	13	388	400	3350	1435	340	4.2	6	3.09	D13-2段×9列	370	1.17
	14	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D16-3段×7列	680	1.61
	15	300	400	3350	1435	340	4.2	12	8.00	D22-2段×5列	1020	1.38

キーワード：合成構造地中梁、ジベル補強率、鋼板全塑性荷重

連絡先：〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋1-1-1 TEL022-266-9664 FAX022-266-6489

鋼板の弾性域、区間は鋼板の塑性域でそれぞれ荷重を負担しているためと考えられる。また、最大荷重時と鋼板全塑性荷重時の変位を比較すると、じん性（最大荷重時変位 / 鋼板全塑性荷重時変位）は2程度しかなく、本構造の耐力は、主に鋼板の弾性域で受け持たれていることがわかった。

図-4に荷重-変位曲線の傾きとジベル筋補強強度の関係を示す。ここで、ジベル筋補強強度とは鋼板側断面に占めるジベル量で示され、以下のように定義した。

ジベル筋補強強度

$$\rho \cdot f_{sy} = 2 \cdot n \cdot A_s / (H \cdot S_j) \cdot f_{sy}$$

n : ジベル本数、 A_s : ジベル断面積

H : 断面高さ、 S_j : ジベル間隔

f_{sy} : ジベル筋の降伏強度

図より、区間の傾き（剛性）はコンクリートと鋼板の合成区間の剛性を考慮したものと大差ないことから、本構造は鋼板の剛性に支配されているものと考えられる。また、その傾きはジベル筋補強強度 1.0 以上で安定した値を示していることから、構造体として安定した剛性を確保するために必要なジベル量は、 $\rho \cdot f_{sy} > 1.0$ であると考えられる。

3.2 耐力とジベル筋補強強度の関係

図-5に、耐力とジベル筋補強強度の関係を示す。グラフより、 $\rho \cdot f_{sy} > 0.5$ の範囲では最大荷重が鋼板の全塑性荷重を上回った。これは、3.1で述べたように、鋼板全塑性荷重以降は鋼板の塑性域で耐力が伸びるためである。

また、ジベル筋補強強度が大きくなるにつれ耐力も向上する傾向を示した。これは、配置されたジベル筋に鋼板の座屈を抑制する働きがあり、鋼板塑性域で耐力が伸びるためと考えられる。

4.まとめ

以上の検討結果から、合成構造地中梁の設計法についてまとめる。

本構造はコンクリートと鋼板の合成構造であるが、合成を考慮しても鋼板弾性域の剛性と大差ないことから、本構造の剛性は鋼板弾性域の剛性で評価する。

本構造の最大耐力は鋼板の全塑性荷重以上であ

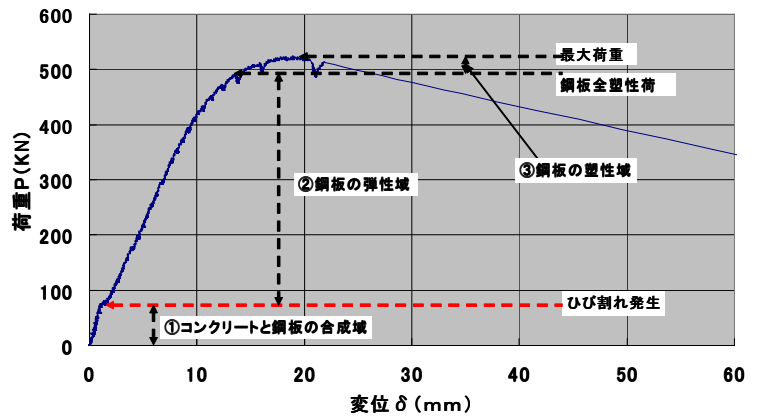


図-3 荷重-変位曲線（M-5）

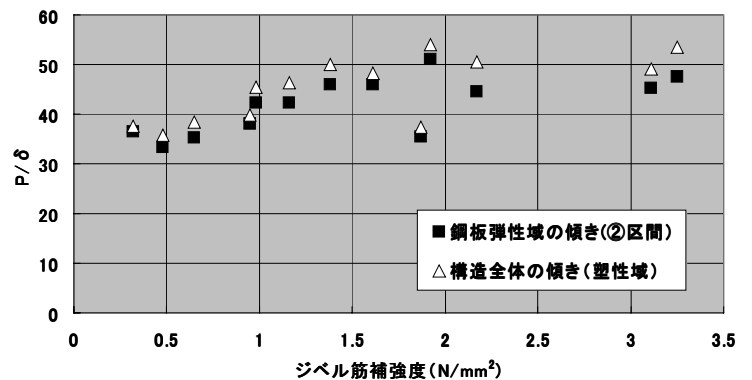


図-4 剛性とジベル筋補強強度の関係

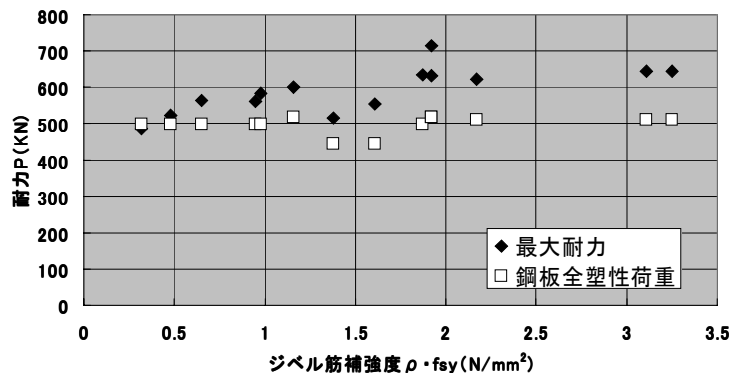


図-5 耐力とジベル筋補強強度の関係

るが、鋼板全塑性荷重から最大荷重までのじん性が小さいこと、耐力が最大荷重以降急激に低下することから、本構造の耐力は鋼板全塑性荷重 $P_p = 2 \cdot M_p / a$ で評価する。

ジベル筋には鋼板の座屈を抑制する働きがあると考えられるため、ジベル筋の配置はジベル筋補強強度 $\rho \cdot f_{sy} = 2 \cdot n \cdot A_s / (H \cdot S_j) \cdot f_{sy}$ で評価する。

剛性を確保する効果と、鋼板の座屈を抑制する効果を発揮させるためには、ジベル筋補強強度は $\rho \cdot f_{sy} > 1.0$ 必要である。

【参考文献】

- 1)土木学会 新体系土木工学 8 構造物の非弾性解析