

I-A316

圧縮強度の異なるコンクリート系材料を充填した鋼箱断面部材の曲げ試験

新日本製鐵 鋼構造センター 正会員 森 忠彦¹⁾

京都大学大学院 工学研究科 フェロー 渡邊英一²⁾

京都大学大学院 工学研究科 正会員 杉浦邦征²⁾

東海大学工学部 土木工学科 正会員 中村俊一³⁾

1. 緒言

コンクリート充填鋼管柱は、優れた耐力およびじん性を有するため橋脚として用いられており、また、騒音振動低減効果も期待できるため橋桁としての利用も研究されている¹⁾。しかしながら、大変形時におけるコンクリートのコンファインド効果を定量化することが困難なため合成部材としての複雑な挙動を精度よくモデル化することができず、合理的な設計法は未だ確立されていない。本研究では、コンクリート系材料を充填した鋼製箱断面を対象とし、充填材の圧縮強度の違いが部材の曲げ性能にどのような影響を及ぼすかを曲げ試験により検討した。

2. 試験方法

試験方法は Fig.1 に示すように、鋼製箱断面 (Fig.2) の試験体を 1.65m のスパンで単純支持し、両支点から 0.45m の位置を 5000kN 構造物試験機により鉛直載荷する 4 点曲げ試験とした。弾性範囲内での載荷を数回繰り返して線形性を確認した後、荷重を漸増させて終局状態まで載荷した。

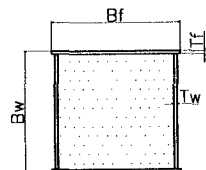
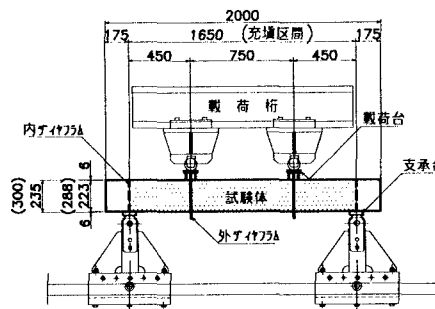


Fig.1 試験方法 (mm)

Fig.2 試験体断面

試験体は 5 体とし、圧縮フランジ板の幅厚比パラメーター R が 0.9 の A グループを 2 体、 R が 1.2 の B グループを 3 体とした。これらの試験体諸元を Table 1 に示す。A1 試験体は非充填の鋼製とし、A2 試験体には圧縮強度が 7.8N/mm^2 の発泡モルタルを充填した。発泡モルタルは、セメントミルクもしくはモルタルの中に発泡剤により気泡を混入させ、その気泡の量により比重 (0.5-1.5) および圧縮強度を管理できる材料である。一方、B1 試験体は非充填の鋼製とし、B2 試験体には圧縮強度が 8.1N/mm^2 の発泡モルタルを充填し、B3 試験体には圧縮強度が 28.9N/mm^2 の普通コンクリートを充填した。データ計測は、ロードセルにより載荷荷重を、ダイヤルゲージにより鉛直変位を、鋼板表面に貼付したひずみゲージおよび充填材に埋め込んだモールドゲージによりひずみを測定した。また、鋼部材の残留応力度も別途測定した。

Table 1 試験体諸元

試験体 名称	フランジ			ウェブ		鋼板				充填材				
	Bf (mm)	Tf (mm)	R	Bw (mm)	Tw (mm)	材質	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	EL (%)	種類	比重	σ_{ck} (N/mm ²)	E_c (N/mm ²)	ϵ_u (μ)
A1	235	5.8	0.9	235	5.8	SS400	353	442	41.7	非充填	—	—	—	—
A2	235	5.8	0.9	234	5.8	SS400	353	442	41.7	発泡モルタル	1.13	7.8	5220	1800
B1	300	5.8	1.2	300	5.8	SS400	354	436	40.5	非充填	—	—	—	—
B2	300	5.9	1.2	300	5.9	SS400	354	436	40.5	発泡モルタル	1.10	8.1	7100	1895
B3	300	5.8	1.2	299	5.8	SS400	354	436	40.5	コンクリート	2.35	28.9	29800	1843

Bf, Tf: フランジの幅および板厚, Bw, Tw: ウェブの幅および板厚, $R = (b/t) \cdot \sqrt{(\sigma_y/E) \cdot \{2(1-\mu^2)/\pi^2 k\}}$: 幅厚比パラメータ

σ_y, σ_u : 鋼板の降伏および引張応力度, EL: 鋼材の伸び, σ_{ck}, E_c : 充填材の圧縮応力度およびヤング係数, ϵ_u : 充填材の終局ひずみ

キーワード: コンクリート充填鋼箱部材、発泡モルタル、曲げ性能

1) 〒293-8511 富津市新富 20-1 TEL: 0439-80-2226 FAX: 0439-80-2744

2) 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-753-5077 FAX: 075-753-5130

3) 〒259-1207 平塚市北金目 1117 TEL: 0463-58-1211 FAX: 0463-50-2045

3. 試験結果

A グループ試験体の中央部変位と載荷荷重の関係を Fig.3 に示す。図には目視で座屈発生が確認できた点と降伏荷重(計算値)に相当する点も併せて示した。A1 では最大荷重以降に急激に荷重が減少するが、A2 では降伏荷重を超えた後、最大荷重に達しそれ以降、荷重は増減しないまま変形が増大していることが分かる。Fig.5 に座屈モードを示した。A1 は上フランジが内側に変形し、それに連成してウェブが外側に膨らんだ。一方、A2 は発泡モルタルが上フランジの内側への変形を抑制するため、外側に膨らむ。このときウェブの面外変形は認められなかった。試験後に、純曲げ部の鋼板を撤去し充填された発泡モルタルの状況を観察したが、引張側に曲げひびわれがあり、局部座屈した部分は部分的に圧縮破壊していたが、全体的には形状を保持していた。

B グループ試験体の中央部変位と載荷荷重の関係を Fig.4 に示す。B1 では降伏荷重計算値に達する以前に局部座屈が生じ、最大荷重以降、急激に荷重が減少した。B2 では、降伏荷重に達した後に圧縮フランジに局部座屈が生じ、一旦荷重は減少するが、また持ち直し、荷重を維持したまま変形が進展する。B3 は降伏荷重を過ぎた後も荷重は上昇し続けた。B2 は上フランジとウェブが外側に膨らむ座屈モードを示した(Fig.5)。B2 の試験後の充填材の状況は、A2 に比較して鋼板の局部座屈が大きいので圧壊状況はやや大きかったが、B3 の普通コンクリートは形状を十分保持していた。

Fig.6 に荷重段階に応じた B1, B2, B3 の断面内軸方向ひずみ分布を示した。充填タイプの B2, B3 は中立軸が断面図心よりも上側に位置し、充填材の強度が高い B3 の中立軸がより上側にある。B2, B3 では荷重のピーク点以降では、中立軸がより上側に移行し下フランジ側のひずみが増大する。このとき充填材も圧縮力を負担していると考えられる。

4. 結言

幅厚比および充填材の圧縮強度を変えた試験体の曲げ試験を実施し、幅厚比パラメータ R が 0.9、1.2 のいずれの場合にも、圧縮強度 7.8N/mm^2 程度の発泡モルタルを充填すれば、降伏荷重を確保でき、さらにじん性も向上できることが明らかになった。今後は、さらに種々の圧縮強度の充填材を用いた場合、圧縮曲げが作用する場合などの試験を実施することにより充填鋼部材の荷重分担、終局変形メカニズムの解明および設計法の確立を目指す予定である。

【参考文献】[1]保坂、中村、西海：鋼管桁の曲げ耐力および RC 床版とのずれ止めに関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.43A、pp.1301-1312、1997。

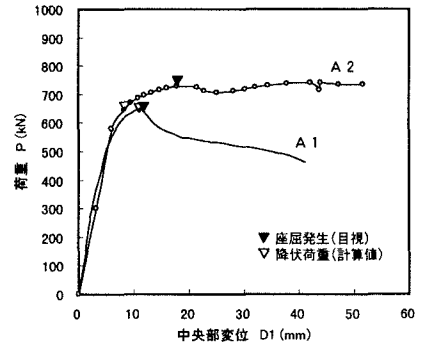


Fig.3 中央変位-荷重曲線 (A1, A2)

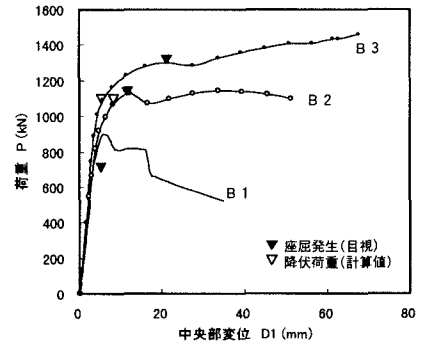


Fig.4 中央変位-荷重曲線 (B1, B2, B3)

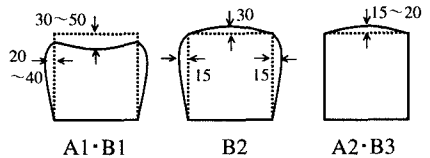


Fig.5 座屈モード(mm)

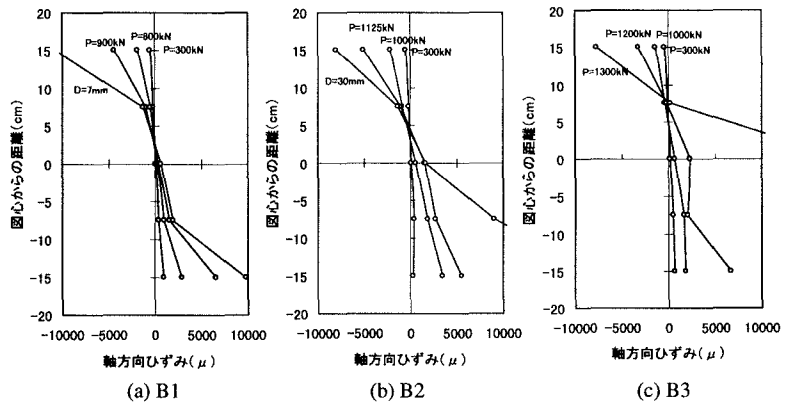


Fig.6 断面内ひずみ分布