

充填コンクリートの挙動を考慮した円形断面鋼製柱のねじり載荷試験とねじり剛度の解析法

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 白 済 鉉・何 海明

早稲田大学土木工学科

フェロー 清宮 理

1. はじめに

合成部材では鋼の局部座屈が充填コンクリートに抑制されると同時に、ねじりせん断により発生するひび割れの幅が広くなるのを外側の鋼管によって拘束されるため、そのねじり耐力は鋼とコンクリートとの単純累加強度よりもかなり上昇することがわかっている。そこで、本研究では完全合成と不完全合成とで充填コンクリートの挙動差異を調べる為コンクリートの表面にひずみゲージを設けて純ねじりの静的載荷試験を行った。ねじり剛度の解析法として充填コンクリートにひび割れが入った前後のねじり剛性を考慮した結果と試験結果との比較検討を行った。

2. 載荷試験

2.1 供試体

表1に供試体の種類を示す。ねじり載荷試験には、充填コンクリートの挙動を調べるため合成部材を鋼板とコンクリートが滑らせるよう境界面にテフロンを挿入した供試体とコンクリートの一般充填で完全に付着していると見なす供試体を製作した。充填コンクリート表面のひずみの測定には、モルタルのかたまりのモールドを用いた。その様子を図1に示す。鋼板の厚さが4.0mm、材質 STK41 の一般構造用炭素鋼鋼管を用いた。また、使用するコンクリートの設計基準強度は 300kgf/cm^2 とした。各供試体には、両端から 150mm の範囲に載荷受けを付けて補強を行った。図2に供試体の一般構造を示す。



図1 充填コンクリート表面のひずみの測定方法

2.2 載荷方法

ねじり載荷試験は、文献1)の研究において使われた載荷装置を用いて行った。また、ねじり率の測定も文献1)の研究と同様に行った。

3. 載荷試験結果

試験結果から求めたねじりモーメントとねじり率の関係を図3に示す。また、各合成柱供試体の充填コンクリートに設けたモールドから得られた表面のひずみ計測結果を図4に示す。鋼管柱供試体 CS40 では降伏してから10程度以上のじん性率をもち、その後は局部座屈で終局を迎えた。試験結果から一般充填で完全に付着していると見なす合成柱供試体 CH40 ではコンクリートにひび割れが入った後もひずみ量は増え続け鋼板が降伏するまで増加して行った。ところが、鋼板とコンクリートが滑らせるよう境界面にテフロンを挿入した合成柱供試体 CH40-BS の場合は、コンクリートにひび割れが入った後のコンクリートのひずみ量は増加せず、また

表1 供試体の種類

供試体名	部材の種類	備考
CC40	コンクリート	—
CS40	鋼管柱	板厚 4.0mm D/t 34.95
CH40	合成柱	
CH40-BS	合成柱	

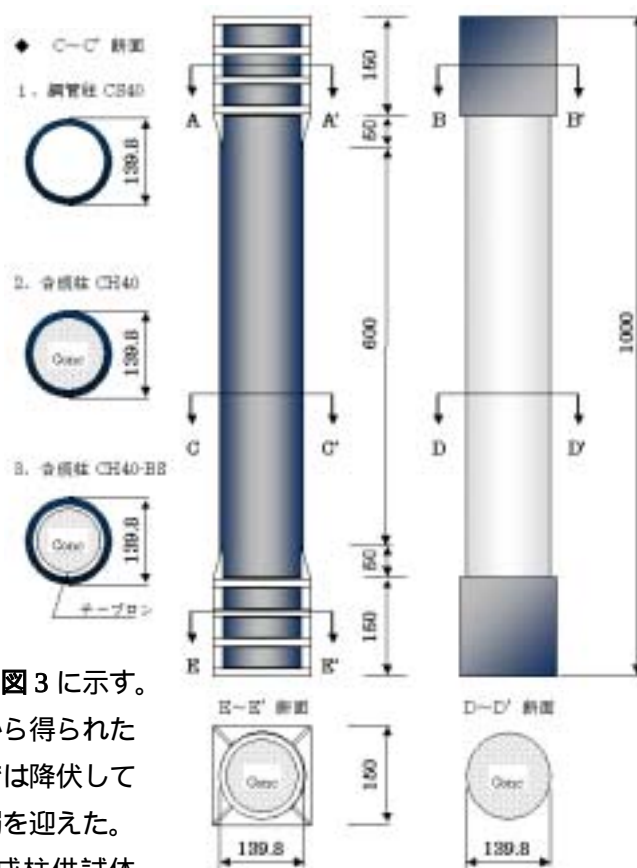


図2 供試体の基本構造

キ・ワ・ド：合成部材，充填コンクリートのひずみ，ねじり剛度，耐力の累加，拘束効果

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 51号館 16F-01 TEL&FAX 03-5286-3852

ねじりモーメントとねじり率の関係も CH40 より低い結果となった。しかし、供試体では境界面での滑りの影響でねじり耐力はおちるものの、ねじり剛性は完全合成とほぼ同じであった。

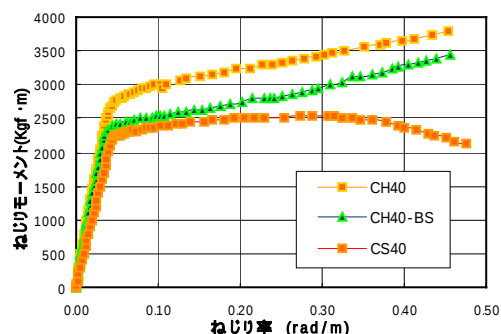


図3ねじりモーメントとねじり率の関係

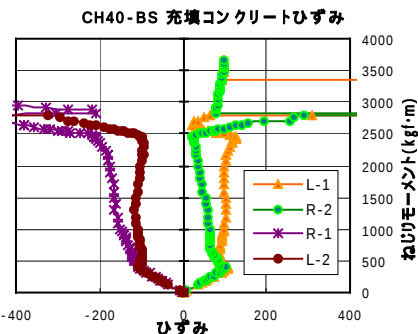
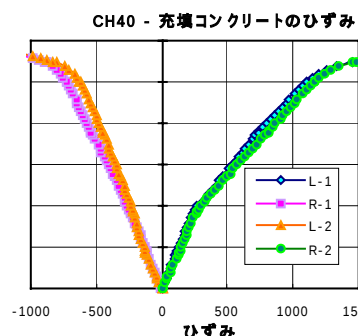


図4 充填コンクリートのひずみ

4. ねじり剛度の解析法とねじり耐荷力

今までの研究では、合成部材において充填コンクリートにひび割れが生じると鋼板のみのねじり剛性となることがわかっている。今回の試験結果からもわかるように合成部材で初期ねじり剛度はねじりモーメントが比較的小さい段階から、ねじり剛性が低下する傾向があった。そこで本研究では合成部材におけるねじり剛度をコンクリートにひび割れが生じる前と後の2段階にわけて解析する方法を検討した。一方、ねじり耐力には文献2)を参考にしてコンクリートの終局せん断強度を $f_c/2$ とした単純累加全塑性強度を採用した。また、合成部材のねじりモーメント T_s とねじり率 θ との関係は次式で与えられている

$$T = GK\theta = T_c + T_s = (G_c K_c + G_s K_s) \theta$$

ここに、記号の意味：Cはコンクリート、Sは鋼を意味する

G：せん断弾性係数 K：断面の純ねじり定数

ここで、今回のねじり剛度の解析には図5に示すような2段階の累加方式を用いて合成部材のねじり剛度を検討した。その結果を図6に示す。なお、表2には、

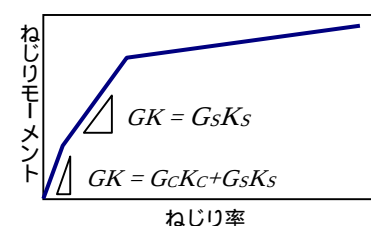


図5 ねじり剛度の解析法

今回の板厚 4.0mm と以前行われた 3.5mm と 4.5mm の円形断面合成柱のねじり耐力を求めて試験値と比較した結果を示す。合成部材でのねじり耐荷力は解析値と試験値がほぼ同じ結果となった。また、今回考慮した2段階の累加方式によるねじり剛度も試験結果と概ね一致していた。それから、ねじり剛度を部材全体で単純累加した結果も図6に示し参考にした。

表2 各種供試体におけるねじり耐荷力の比較値

合成 鋼管柱	解析値		試験値		解析値 / 試験値	
	Ty	Tmax	Ty	Tmax	Ty	Tmax
CH35	2715.1	3537.2	2663.5	3343.0	1.02	1.06
CH40	2939.3	3462.3	2746.5	4201.5	1.07	0.82
CH45	3351.2	3931.8	2907.0	4009.5	1.15	0.98

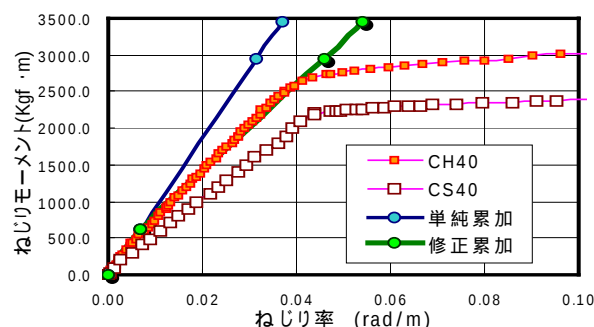


図6 CH40 合成柱のねじり剛度の比較

5. まとめ

合成部材における充填コンクリートの挙動は完全合成の場合、図4からわかるようにひび割れが生じて鋼板が降伏するまでは耐力が上昇することによりかなりの合成効果が得られることがわかった。不完全合成の場合は耐力が低下する。ところが、合成部材でのねじり剛度は、コンクリートにひび割れが生じた後は、部材のねじり剛性は低下し鋼板のみのねじり剛性となることが明らかになって両者の差は小さい。

【参考文献】

- 1) 白済鉉・清宮 理：鋼部材と合成部材のねじり載荷試験と設計法との比較，鋼構造年次論文報告集，第7巻，1999年
- 2) 北田俊行・中井 博・才村幸生・神崎昭雅：コンクリートを充填した鋼製箱形断面の終局ねじりに関する実験的研究，土木学会論文集，No.437，1991年