

CS-180

鋼・コンクリート2重鋼管合成柱の耐荷力とじん性に関する解析的研究

愛知県庁

正会員 安藤 博英*

中央復建コンサルタンツ（株）

正会員 濱本 浩伸**

大阪工業大学 大学院 学生員 俵谷 保男*

中央復建コンサルタンツ（株）

正会員 上田 隆**

大阪工業大学 工学部 正会員 栗田 章光*

1. はじめに

鋼・コンクリート合成柱は、鋼とコンクリートの合成効果、局部座屈の抑制などにより、RC柱や鋼柱よりも耐荷力およびじん性の向上を図ることのできる構造形式である¹⁾。鋼管の内部にさらに鋼管を配置しコンクリートを充填、拘束した鋼・コンクリート2重鋼管合成柱（以下、2重合成柱と略記）は、力学特性と施工性のさらなる向上および橋脚躯体の軽量化を図りうる可能性のある構造形式であると考えられる。そこで、本研究では、2重合成柱を高橋脚に適用した場合について、鋼とコンクリートの合成効果を考慮して弾塑性解析を行い、柱の耐荷力とじん性を評価することを目的としている。本文では、その解析結果を報告する。

2. 解析上の仮定

2重合成柱の弾塑性解析を行う際、以下の仮定を設ける。

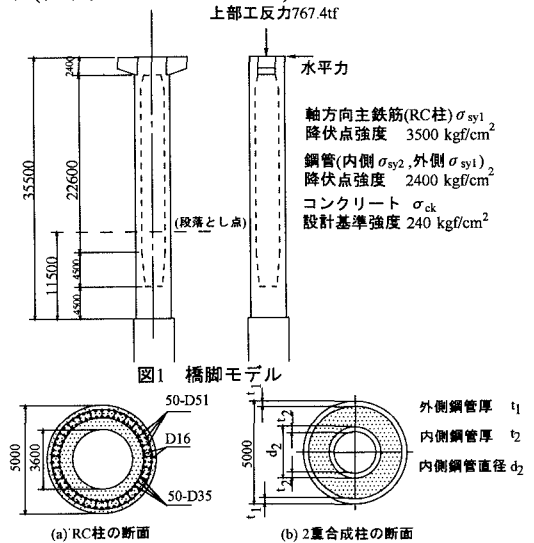
- (1) 鋼とコンクリートは完全に合成されており、平面保持の仮定に従う。
- (2) 引張域におけるコンクリート断面は無視する。
- (3) 外側鋼管をこれと等価な断面積を有する帯鉄筋および軸方向主鉄筋に、内側鋼管をこれと等価な断面積を有する軸方向主鉄筋とみなす。

3. 解析モデル

橋脚の解析モデルを図1に示す。表1に10ケースの解析パラメータを示す。CASE1は、高橋脚の柱部が円形中空RC柱の場合で、CASE2は、2重合成柱の場合である。また、CASE3～10は、CASE2の材料強度、鋼管厚、内側鋼管直径を基本パラメータとして、それぞれ変化させた場合である。CASE1、2の断面寸法を図2に示す。橋軸方向の水平耐力、水平変位を算出するので水平荷重は橋脚天端に作用させ、上部工の死荷重反力を767.4tfとする。

4. 数値解析

柱の水平耐力および水平変位は、各CASEとも橋脚を橋軸方向と高さ方向に分割し、降伏時、終局時において、つり合い条件を満足するように中立軸位置を定め、ついでモーメント、曲率を算出し求める。2重合成柱の解析条件は、


表1 各CASEの解析パラメータ（単位：kgf/cm²またはmm）

CASE	t ₁	t ₂	d ₂	σ_{ck}	σ_{sy1}	σ_{sy2}
1(RC柱)	—	—	—	240	3500	—
2(基本)	16	16	250	240	2400	2400
3	20	16	250	240	2400	2400
4	28	16	250	240	2400	2400
5	16	20	250	240	2400	2400
6	16	28	250	240	2400	2400
7	16	16	250	240	3000	2400
8	16	16	250	240	2400	3000
9	16	16	250	300	2400	2400
10	16	16	300	240	2400	2400

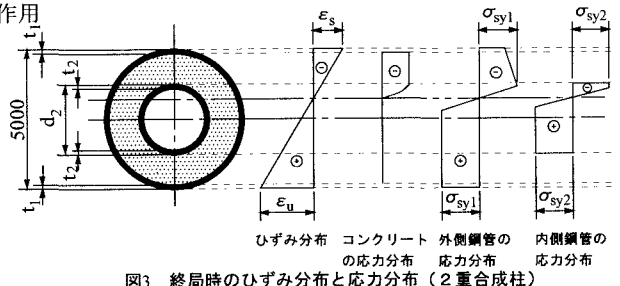


図3 終局時のひずみ分布と応力分布（2重合成柱）

key words：合成構造・2重合成柱・耐荷力・じん性

* 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL 06-952-3131 FAX 06-957-2131

** 〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 TEL 06-393-1121 FAX 06-393-1127

最外縁の引張側鋼管が降伏ひずみに達した時を初降伏時、完全弾塑性型の水平荷重—水平変位骨格曲線上の弾性限界時を降伏時、最外縁の鋼管のひずみが終局ひずみ(5%)に達した時を終局時と定めた。図3は2重合成柱の終局時における鋼管およびコンクリートのひずみ分布と応力分布を示している。図4は、鋼管や帯鉄筋によるコンクリートに対する横拘束効果を考慮し、モデル化した各CASEのコンクリートの応力度—ひずみ関係を示す。また、図5は、外側鋼管の応力度—ひずみ関係を示す²⁾。

5. 計算結果およびまとめ

図6にタイプⅡの地震動(内陸直下型地震)に対する各CASEの水平荷重—水平変位の完全弾塑性型骨格曲線を、表2に各値を示す。これらにより以下のことがわかった。2重合成柱は、RC柱に比べ大幅にじん性が向上する。外側鋼管の鋼管厚および強度の増加は、じん性の低下をもたらす。内側鋼管の鋼管厚の増大と鋼管直径の拡大は、じん性の低下をもたらすが、鋼管強度の増加は、じん性の向上につながる。コンクリートの強度を増加させた場合、じん性は向上する。また、鋼管厚の増大、内側鋼管直径の拡大および材料強度の増加に対して、いずれの場合も水平耐力は増加する。また、施工面において、2重合成柱は、内側鋼管を埋め込むことにより配筋作業や型枠を省くことができ、省力化が図れる。また橋脚躯体重量に関しても、(1重)合成柱に比べ22%(CASE2)の軽量化を図ることが可能である。2重合成柱は耐荷性能、変形性能および施工性に優れ、橋脚躯体重量も軽いことから高橋脚に適した構造といえる。今後の課題としては、実験による解析値と実験値の比較検討と合成柱の材料の応力—ひずみ関係および終局状態の定義の明確化が挙げられる。

表2 各CASEの水平耐力—水平変位関係

CASE	降伏変位 δ_y (mm)	終局変位 δ_u (mm)	地震時保有 水平耐力(tf)	じん性率 $\mu = \delta_u / \delta_y$
1(RC柱)	274.62	702.63	532.02	2.56
2(基本)	235.83	3179.92	557.09	13.48
3	247.13	3233.35	656.78	13.08
4	261.11	3320.70	848.31	12.72
5	243.81	3284.81	584.62	13.47
6	258.41	3468.55	637.65	13.42
7	238.10	3023.81	636.61	10.68
8	246.24	3352.41	581.70	13.61
9	223.23	3103.46	568.51	13.90
10	240.33	3142.26	576.30	13.07

参考文献

- 1) 安藤博英：鋼・コンクリート2重合成柱の限界耐荷力とじん性に関する解析的研究、大阪工業大学修士論文、平成10年2月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、丸善、平成8年12月

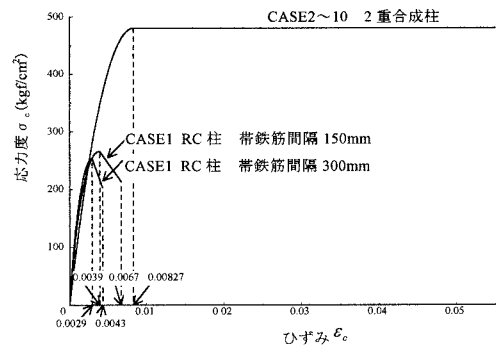


図4 各柱のコンクリートの応力度—ひずみ関係

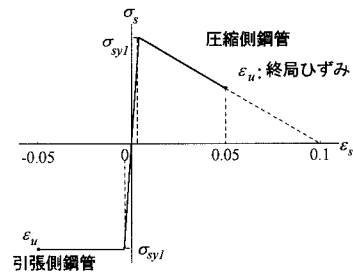


図5 外側鋼管の応力度—ひずみ関係

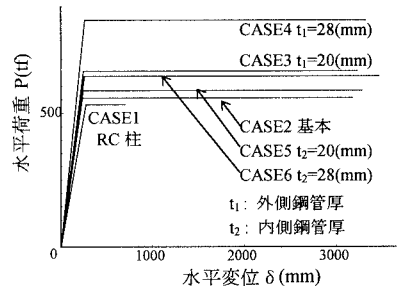


図6(a) 各CASEの水平荷重—水平変位関係(鋼管厚を変化)

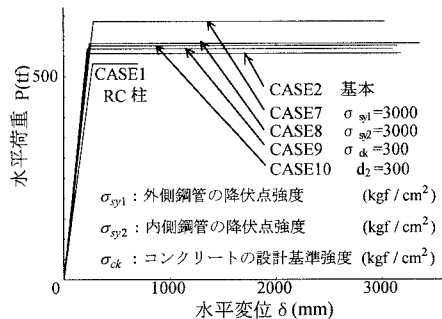


図6(b) 各CASEの水平荷重—水平変位関係
(材料強度、内側鋼管直径 d_2 (mm)を変化)