

V-34

再生骨材を用いたコンクリート充填鋼管柱の力学特性について

北海道大学工学部	学生員	翁長	昌章
函館工業高等専門学校	正 員	今野	克幸
北海道大学大学院	正 員	佐藤	靖彦
ドービー建設工業(株)	正 員	今村	晃久
北海道大学大学院	フェロー	角田	與史雄

1. はじめに

わが国の科学技術の発展はいちじるしく、豊かで快適な暮らしに大きな役割を果たしてきた。しかし近年地球規模の環境汚染や資源枯渇が問題となっており、資源の有効利用が盛んに唱えられている。このような状況の中、土木、建築の分野においても、構造物の老朽化や都市再開発に伴ってコンクリート破砕物の排出量が増し、その処理が困難になってきていると同時に天然骨材の採取もまた困難になりつつある。このような問題を背景として、従来盛り土材や歩道路盤材などに主に使用されているコンクリート破砕物を、再びコンクリート用骨材として利用しようと考えられている。しかし、再生骨材を用いるとコンクリートの品質が低下すると考えられ、その対策として、再生骨材自体の性質改善や、高品質なコンクリートとによる積層化や鋼板等との組み合わせによる複合化を図る必要がある[1]。そこで、本研究は、再生骨材を利用したコンクリート（以下「再生骨材コンクリート」）の鋼管柱への適用を考え、その力学的特性を実験的に明らかにする。

2. 実験概要

2-1 使用材料

本実験では、3種類の再生骨材と1種類の普通骨材を用いて、6体の実験供試体を作製した。再生骨材は、ジョークラシャーを有する移動式コンクリート破砕機を用いて破砕されたコンクリート塊の内5～25mmのものを粗骨材として使用した。表1は使用した粗骨材の特性値を示す。また、粗骨材以外のコンクリートを構成する材料は、すべての供試体で同様のものを用い、セメントには早強ポルトランドセメントを用いている。

表 1 使用骨材の特性値

	粗粒率 (%)	比 重 (g/cm^3)	吸水率 (%)
再生骨材	6.92	2.41	9.53
普通骨材	6.87	2.75	1.33

2-2 実験方法

実験供試体は、普通骨材コンクリートを用いた3体の供試体N-A、N-B、N-C、と再生骨材コンクリートを用いた3体の供試体R-A、R-B、R-Cの合計6体である（表2参照）。使用した鋼管は、内径が200mm、肉厚3mm、高さ400mmである（図1参照）。

鋼管の軸方向の変位量を、供試体の左右に取り付けた変位計により測定した。また鋼管の表面には、軸方向と軸直角方向の歪みを測定するために2軸ゲージを6ヶ所貼付し、コンクリートの軸方向の歪みを測定す

Mechanical properties of concrete columns encased by steel tube using recycled Aggregate by Masaaki.O, Katuyuki.K, Yasuyuki.S, Akihisa.I, Yosio.K,

るために、モールドゲージを供試体上部より等間隔に5個埋め込んだ。それらの測定位置は、図1に示されている。荷重は、静的に約50kNの割合で作用させ、供試体を破壊に至らしめた。なお、供試体N-B、R-A、およびR-Cにおいては、1ないし2回の繰返し載荷を行った。荷重がコンクリートのみにかかるように直径19.7mm、厚さ50mmの鉄製円盤を、上下に設置した。また、載荷板と供試体との摩擦を軽減するために、上下2枚ずつテフロンシートをした。

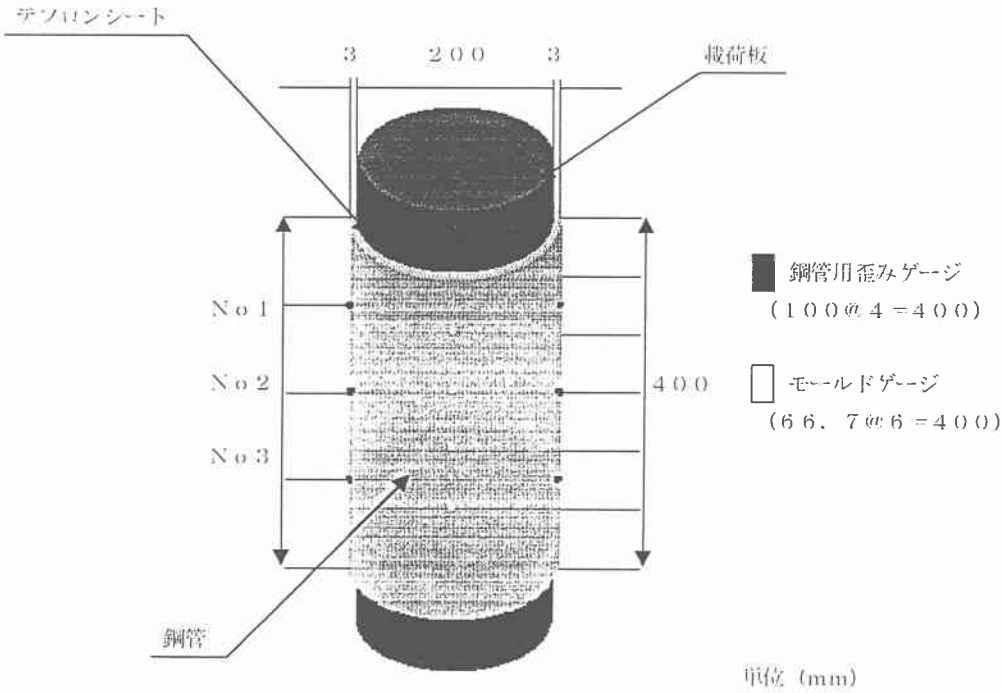


図1 実験供試体

表2 各供試体の配合

供試体名	粗骨材	単位量				水セメント比 (W/C)	細骨材率 (S/A)
		水 (W)	セメント (C)	粗骨材 (G)	細骨材 (S)		
N-A	普通	159	188	1105	884	85	45
N-B	普通	160	267	1180	740	60	39
N-C	普通	160	432	1168	614	37	35
R-A	再生	156	216	1151	815	74	42
R-B	再生	158	421	1170	619	38	35
R-C	再生	157	200	1190	860	80	44

3、解析概要

本研究では、非線形有限要素解析により本実験の評価を行った。鉄筋コンクリート構造の平面応力問題用の

二次元非有限要素解析プログラムWCOMR[2]を、軸対称問題用に修正したWCOMR[3]を用いた。このプログラムは、普通骨材コンクリート充填鋼管柱の解析を目的として作られたものであるが、普通骨材コンクリートと再生骨材コンクリートとの比較を行うため、再生骨材コンクリートを用いたものの解析にも同様のプログラムを用いた。

なお、解析には、実験に使用した鋼管の引張試験の結果（図2の実線）、コンクリートの一軸圧縮試験の結果を用いた。その詳細を表3に示す。

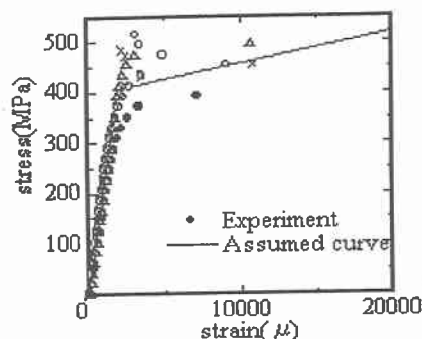


図2 鋼材の応力歪み曲線

表3 材料特性値

供試体	コンクリート			鋼管		
	f_c' (MPa)	E_c (GPa)	ポアソン比	f_y' (MPa)	E_s (GPa)	ポアソン比
N-A	21.4	23.7 ¹⁾	0.2 ²⁾	408	211	0.26
N-B	35.2	29.5 ¹⁾	0.2 ²⁾	408	211	0.26
N-C	47.9	32.5 ¹⁾	0.2 ²⁾	408	211	0.26
R-A	26.0	21.3	0.20 ²⁾	364	186	0.30
R-B	47.9	24.4	0.20 ²⁾	408	211	0.26
R-C	17.2	21.6	0.20 ²⁾	408	211	0.26

1) 土木学会標準示方書より求めた値

2) 仮定値。

4. 考察

4-1 荷重-変位特性

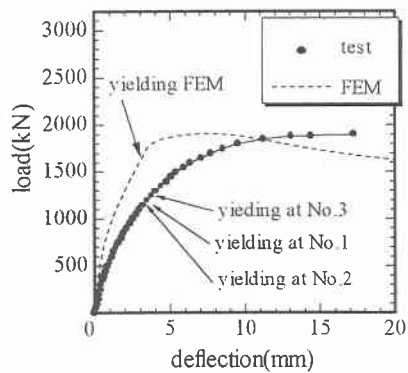
図3には、各供試体の実験および解析により得られた荷重-変位曲線を示す。また図3に示す降伏耐力とは、実験供試体に貼付した鋼管用歪みゲージ（図1参照）を、供試体上部よりNo. 1, No. 2, No. 3としそれぞれの歪みゲージの降伏時の耐力を意味する。降伏の判定は、von misesの降伏条件により行った。

高強度のコンクリートを用いた供試体 N-B、N-C、R-Bは、普通骨材コンクリート、再生骨材コンクリートのどちらのコンクリートを用いた場合も実験と解析が、一致しているが、低強度のコンクリートを用いた供試体N-A、R-A、R-Bは、普通骨材コンクリート、再生骨材コンクリートのどちらも、両者の対応が悪い。これは、低強度のコンクリートを用いた場合、解析に比べ実験の鋼管の降伏が早いため鋼管降伏後の変位の増加が著しく解析と一致しなかったと考えられる。

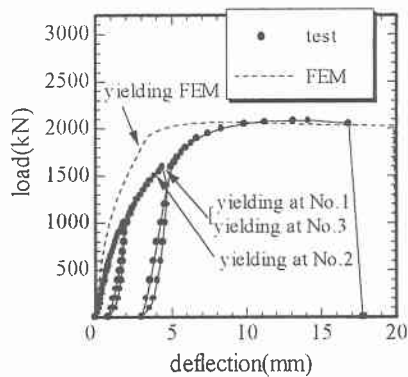
4-2 荷重歪み特性

図4には、実験供試体N-A、N-Bの実験および解析で得られた荷重-歪み曲線を示す。荷重-変位曲線と同様に、高強度のコンクリートを用いた供試体N-Bは、解析との一致を示したが、低強度のコンクリートを用いた供試体N-Aの荷重-歪み曲線は、解析と一致しなかった。

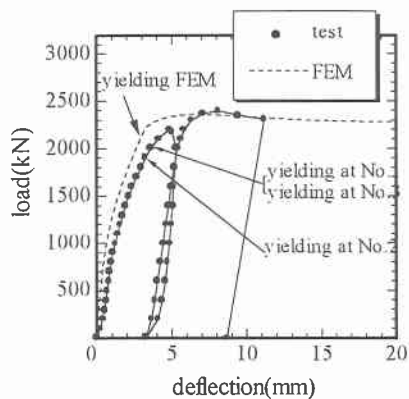
图3 荷重—変位曲線



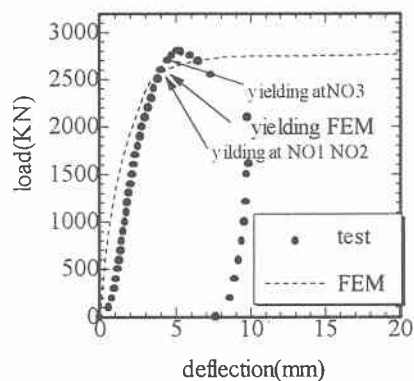
(a) N-A



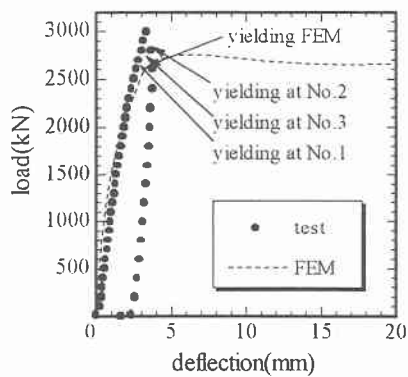
(d) R-A



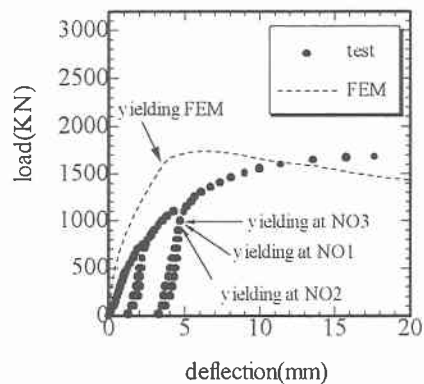
(b) N-B



(e) R-B



(c) N-C



(f) R-C

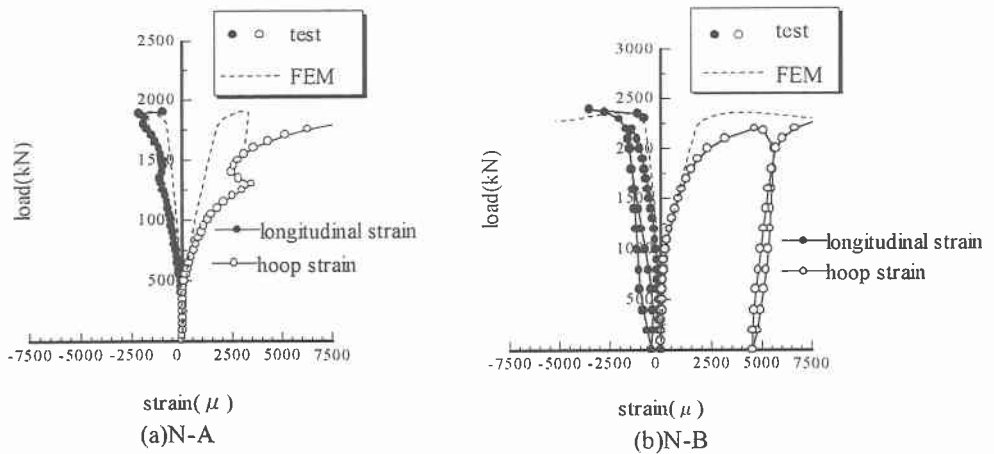


図4 荷重－歪み曲線

4-3 降伏耐力及び終局耐力

図5には、コンクリート充填鋼管柱のN o 2の歪みゲージが降伏した時の降伏荷重と充填したコンクリートの一軸圧縮強度との関係を示す。普通骨材コンクリート、再生骨材コンクリートのどちらも降伏強度は、一軸圧縮強度が大きいほど大きい。また図中の直線は、普通骨材コンクリート再生骨材コンクリートを用いた供試体の実験値を直線回帰したものを示している。普通骨材コンクリートと再生骨材コンクリートとの降伏強度の差は、ほとんど見られない。

図6には、実験と解析の降伏耐力の関係を示した。実験の鋼管降伏は、解析に比べ普通骨材コンクリート、再生骨材コンクリート共に、早い段階で起こっていた。

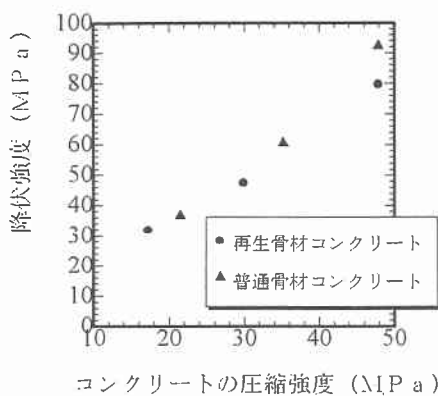


図5 降伏強度－
コンクリートの一軸圧縮強度

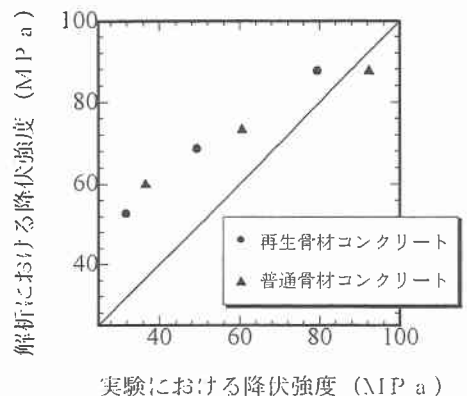


図6 実験における降伏強度－
解析における降伏強度

*降伏強度～鋼管に貼付したN o 2の歪みゲージが降伏した時の降伏耐力を載荷面積で除した値
(降伏の判定は、von mises の降伏条件により行った。)

図7には、コンクリート充填鋼管柱の終局時の強度と充填したコンクリートの一軸圧縮強度の関係を示す。終局時の強度は、終局耐力を載荷面積で除したものである。終局時の強度も普通骨材コンクリート、再生骨材コンクリートともに、降伏強度と同様に一軸圧縮強度が大きいほど大きい。強度に関しても降伏強度と同様差は、見られない。これらの結果から、鋼管柱に、再生骨材コンクリートを充填した場合には、普通骨材コンクリートと同様の強度を持つことが実験より明らかになった。

図8には、実験値と解析値の終局耐力の関係を示した。実験と解析で、終局耐力に差はない。また、普通骨材コンクリートと再生骨材コンクリートの終局耐力にも差は、見られなかった。

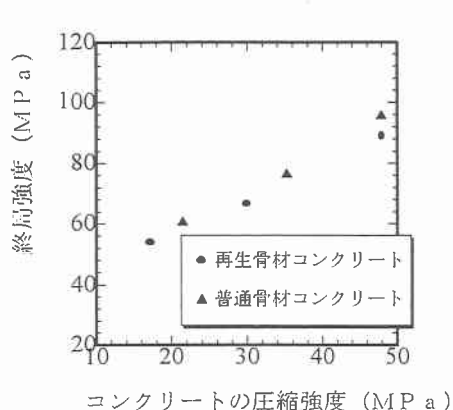


図7 終局強度－
コンクリートの一軸圧縮強度

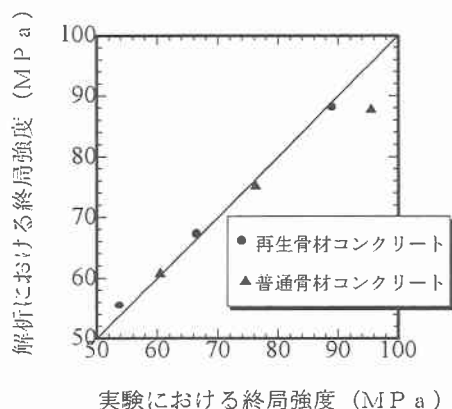


図8 実験における終局強度－
解析における終局強度

*終局強度～終局耐力を載荷面積で除した値。

5. まとめ

再生骨材コンクリートを用いた充填鋼管柱と普通骨材コンクリートを用いた充填鋼管柱の圧縮強度、降伏強度を比較した結果、強度に差がない結果が得られた。また解析からも同様の結果が得られた。そのため、高強度や高耐久性を要求されないコンクリートであれば、通常の普通骨材を用いたコンクリートと同様に使用しても強度に関しては、問題がないと考えられる。

参考文献

- [1] 日本コンクリート協会・北海道におけるリサイクルの現状と今後の課題
- [2] Ueda.T., Nares Pantaratorn and Sato.Y.: Finite Element Analysis on Shear Resisting Mechanism of Concrete Beams with Shear Reinforcement. 土木学会論文集 No.520/V-28. pp273～286
- [3] 今野 克之・佐藤 靖彦・角田 與史雄・大平 雅司：再生骨材を用いたコンクリートを充填した鋼管柱の圧縮性状、コンクリート工学年次論文報告集 第19巻 第2号 p p 1443～1448