

I-77

リサイクル品を用いたコンクリートの強度実験とその考察

北海道開発局開発土木研究所	正会員	佐々木康博
北海道開発局開発土木研究所	正会員	小林 将
北海道開発局開発土木研究所	正会員	佐藤 昌志
小野田ケミコ株式会社		細川 充

1. はじめに

近年公共事業費の縮減が進む中で、如何にして建設コストを削減していくかが、これからの土木構造物の重要課題の一つであると考えられる。その中でもコンクリートは土木構造物の主材料としての使用割合が非常に高く、この基本材料の単価を下げることはコスト削減に大きく貢献するものと思われる。

これまでコンクリートに関しては再生骨材、ガラスチップ等のリサイクル材を用いた研究が行われているが、リサイクル品の中でも、今回取り上げた、缶ジュース等に使用されている空き缶は回収率が非常に高く、また、加工がしやすいという利点がある。さらに缶自体もそれほど高価ではないため、コンクリートの強度増進に効果があれば、貧配合のコンクリートと併用することによりコンクリートのコスト縮減が可能であると思われる。また、スチール自体の性質を利用し、現在無筋コンクリートを使用している重力式擁壁などの、破壊靱性を上げることが可能となれば多目的で効果的に利用出来るものと思われる。

そこで本論文では、スチール空き缶を用いたコンクリートについて、特に曲げ強度に対する靱性を把握する事を目的として材料幅、混入量を変えた供試体を製作し、各強度試験を行ったので、これを報告する。

2. 実験概要

2.1 実験材料

コンクリートの主材料としては、セメントは、秩父小野田(株)早強ポルトランドセメント $C\rho=3.13$ 、細骨材は、北信産業(株)幌延産 $S\rho=2.63$ 、粗骨材は、王子緑化(株)美晴産 $G\rho=2.67$ 、混和剤として、AE 減水剤ポソリス No.70 を使用した。今回の実験において使用した空き缶はすべてスチール製であり、空き缶をプレスし、横方向に裁断したものである。長さは約 10mm で、裁断の後、コンクリートとの付着を考慮しひねりを加えたものを使用した。表-1 に配合表を示す。

表-1 配合表

単 位 量 (kg/m ³)							
セメント	水	細骨材	粗骨材	A E 減水剤	セメント種類	W/C	S/A
C	W	S	G	Ad			
480	224	752	828	4.80	早強ポルト	46.7	48.0

2.2 供試体

本実験の実験ケースは、スチールの幅を 10mm、5mm の2ケース、混入率を鋼繊維コンクリートの基準に準拠して標準値(1%)である 80kg/m³ および 100kg/m³ の2ケースの計4ケースとした。また比較のために同配合のプレーンコンクリートを1ケース製作した。供試体の製作に関しては、鋼繊維コンクリートの強度およびタフネス試験用

Experiment and discussion on strength of concrete by recycling material
by Yasuhiro SASAKI ,Masaru KOBAYASHI ,Masashi SATO and Mitsuru HOSOKAWA



図-1 空き缶スチール材料



図-2 コンクリート練混ぜ状況

供試体の作り方に準拠し、それぞれ圧縮強度用 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の円柱供試体、および曲げ試験用 $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を製作した。なお各ケースとも 3 体ずつ製作し、データの平均化を行っている。図-1 に今回使用した空き缶スチール材料を、図-2 にコンクリートの練混ぜ状況を示す。

2. 3 圧縮強度試験および曲げ強度試験

供試体はコンクリート打込み24時間後に脱型し、標準養生 1 週間ののち、それぞれにおいて圧縮強度試験および曲げ強度試験を行った。試験方法に関しては、圧縮強度試験については、鋼繊維補強コンクリートの圧縮強度および圧縮タフネス試験方法に準拠し JIS B 7733 に規定された圧縮試験機を使用し、荷重、縦歪み、横歪みを測定した。曲げ強度試験については、鋼繊維コンクリートの曲げ強度および曲げタフネス試験方法に準拠し JIS B 7733 に規定された圧縮試験機を使用し、荷重、変位を測定した。支点間隔 30cm として載荷点間隔は 1/3 の

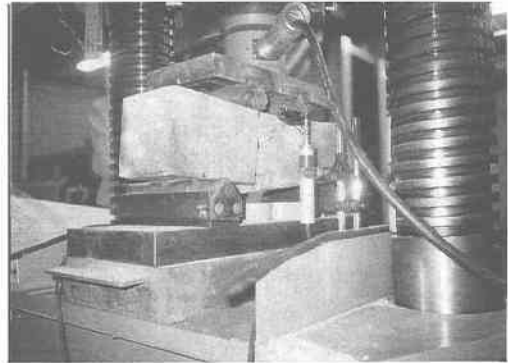


図-3 曲げ試験状況図

10cm とする。変位計は、はり供試体中央部および載荷点直下2箇所の計 3 箇所に設置する。図-3 に曲げ試験状況図を示す。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を表-2 に示す。表に示す圧縮強度はそれぞれ 3 供試体の平均の値を用いている。また、ここの圧縮強度比とは、供試体 No.5 のプレーンコンクリート(以下 PL とする。)の圧縮強度に対する、各空き缶ス

表-2 強度試験結果

供試体 No.	スチール幅 (mm)	混入量 (kg/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮強度比 (n/PL)	曲げ強度 (kN)	曲げ強度比 (n/PL)
1	10.0	100.0	28.58	0.70	18.90	1.14
2	10.0	80.0	30.71	0.75	20.09	1.21
3	5.0	100.0	34.28	0.83	24.87	1.49
4	5.0	80.0	37.05	0.90	25.05	1.50
5(PL)			41.10	1.00	16.65	1.00

チール（以下スチール材とする）入りコンクリート（以下スチールコンクリート）の圧縮強度との比である。

PLとスチールコンクリートとを比較した場合、今回の実験においては、スチール材の幅が大きい 10mm のもののほど、また混入量が多い 100kg/m^3 のもののほど圧縮強度が低くなる傾向にあり、PLが一番圧縮強度が大きくなる結果となった。これは、コンクリートとスチールの付着の問題、または供試体内のスチール材の向きが、圧縮載荷方向に対して微妙に影響しているためと思われる、強度も PL の 70%～90%程度にとどまっている。

3. 2曲げ強度試験

曲げ強度試験結果を表-2に示す。曲げ強度試験に関しても曲げ強度は、それぞれ 3 供試体の平均値を用いており、曲げ強度比とは、PL の曲げ強度と各スチールコンクリートの曲げ強度との比である。

曲げ強度試験結果での大きな特徴としては、スチールコンクリートの曲げ強度が PL と比較して 10%～15%程度大きくなっている点が上げられる。これはコンクリート内のスチール材が供試体全体に均一に入っていることから、亀裂の進展をある程度抑制しているためと思われる。試験終了後の供試体の断面を図-4に示す。

さらに各供試体について比較を行うと、スチール幅の細い、幅 5mm の方が幅 10mm のものに比べ強度が大きくなる傾向にある。この点に関しても圧縮強度試験同様コンクリートとスチールとの付着の問題が考えられ、混入量についても若干ではあるが少ない方が強度が大きくなっている。

次に供試体の破壊性状に関して、図-5に荷重-変位曲線を示す。供試体 No.1 は、スチール幅 10mm 混入量 100kg/cm^3 、No.3 は、スチール幅 5mm 混入量 100kg/cm^3 No.5 は PL である。

図より、PL は降伏点をすぎるとそのまま一気に破壊まで至る形態を示しているのに対し、No.1、No.3 の各供試体は降伏点を超えてもコンクリートとスチールとの付着により、PL のような破壊には至らずある程度の靱性を持っていることがわかる。また、最大曲げ強度まで

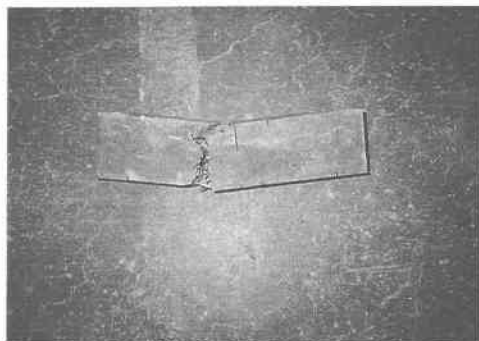


図-4 供試体断面

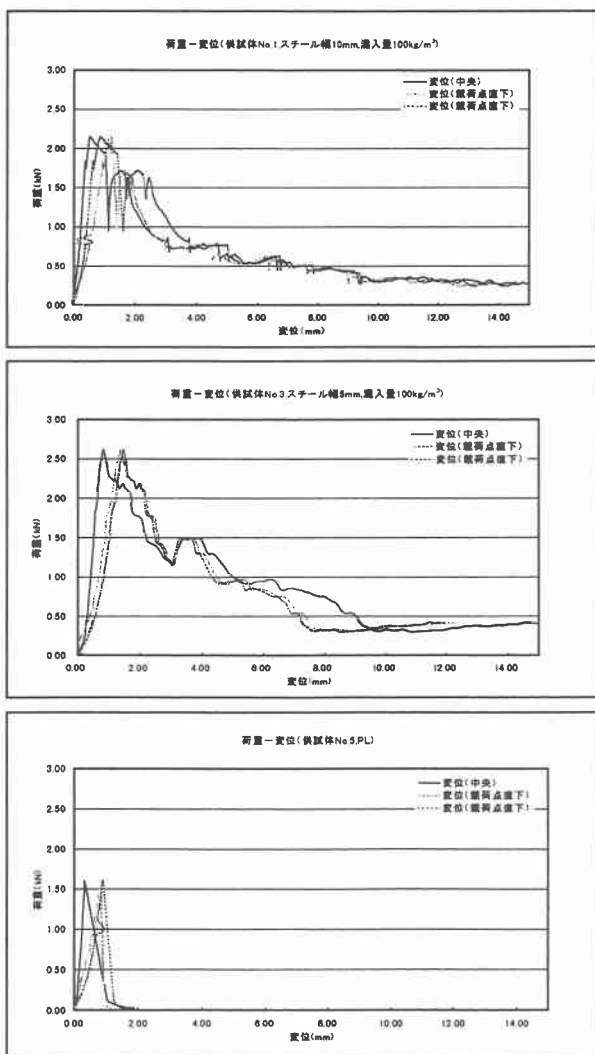


図-5 荷重-変位曲線

の変位量を比較した場合、供試体 No.1 でPLの変位の約2倍、供試体 No.3 でPLの変位の約 3 倍程度まで変位していることがわかる。供試体 No.1 と No.3 については降伏点を越えた後の破壊性状が若干異なるものの、一度荷重が落ちても次のスチール材とコンクリートの付着によって荷重が増加し、また荷重が落ちてもその次のスチール材へと山がいくつも現れるのが特徴である。

4. まとめ

本論文ではリサイクル品としてのスチール製の空き缶を用いた空き缶スチールコンクリートについて、スチール幅、混入量を変えて各強度実験を行い以下のことが明らかになった。

- 1) 圧縮強度試験結果においてはブレンコンクリート(PL)と比較してスチールコンクリートの強度が低くなる傾向にあり、スチール材の幅が太いほど、またスチール材の混入量が多いほど PL との強度差が大きくなった。これは、コンクリートとスチール材の付着の問題、または供試体内の圧縮載荷方向に対するスチール材の向きが影響しているためと思われる。
- 2) 曲げ強度試験結果としてはブレンコンクリートに比べスチールコンクリートの曲げ強度が 1 割から 1.5 割程度大きくなる事が明らかになった。
- 3) 曲げ強度とスチール材の幅、混入量に関しては、幅が細く量が少ないほど強度が大きくなる傾向となった。
- 4) 破壊性状については降伏点以降一気に破壊に至るブレンコンクリートに比べ、スチールコンクリートはある程度の靱性を保ちながら徐々に破壊に至った。これは供試体内部にスチール材が均一に分散し亀裂の進展をある程度抑制しているためと思われる。

今後はスチール材の幅、長さ、形状、混入量等の詳細な条件設定下でのコンクリートの性状の把握する予定である。また塩害等を考慮し、耐候性を有したアルミニウム缶を用いたコンクリートの強度実験も行い、このようなりサイクル品を用いたコンクリートの実用化に向けての検討を進めていくつもりである。