

膨張性超速硬繊維補強コンクリートにより 増厚補強した RC 部材の耐荷性に関する検討

日本大学工学部 学生会員 ○飯島康一
日本大学大学院工学研究科 学生会員 番地成朋
日本大学工学部 正会員 岩城一郎

1. はじめに

我が国の都市内高速道路で RC 床版上面増厚補強を行う場合、その舗装構成や前後の床版のすり合わせから、一般高速道路の増厚厚さ 60mm に比べ 40mm と薄くする必要がある。昨年度は、新たな増厚材料として、軽微な振動で締固めが可能となるようコンクリートのワーカビリティを格段に向上させた上で、収縮ひび割れ対策として早強性膨張材を添加した膨張性超速硬繊維補強コンクリートを開発した。今年度は、このコンクリートを既設コンクリート上に増厚補強した RC 部材の曲げ載荷試験および押抜き載荷試験を行い、これらの耐荷性に関する検討を行った。

2. 実験概要

本コンクリートの強度に関する要求性能として、一夜間での施工が可能となるよう、材齢 3 時間の圧縮強度 24N/mm^2 以上を満足すること

とした。本コンクリートの構成材料は、水、超速硬セメント、陸砂、砕石、早強性膨張材(NEX)、鋼繊維(SF)、高性能減水剤(SP)、凝結遅延剤(JS)、空気量調整剤(MA)である。表-1、表-2 に本コンクリートの配合表および本実験に使用した材料の特性を示す。なお、表中の BASE は既設コンクリート用、OL ①は曲げ供試体用、OL ②は押抜き供試体用の配合を示す。

圧縮強度試験は、コンクリート排出後 2 時間、3 時間、材齢 7 日、材齢 14 日の冬期室外封かん養生と、比較用に材齢 3 時間 20°C 封かん養生を行ったもので実施した。一方、曲げ載荷試験・押抜き載荷試験は本コンクリートを増厚後、材齢 14 日で試験を実施した。載荷試験で使用した供試体形状と配筋図を図-1 に示す。曲げ供試体は、予め作製しておいた $160 \times 300 \times 2000\text{mm}$ の供試体上面をショットブラストにより表面処理後、本コンクリートを 40mm 増厚したもの(以下、OL-40)と 60mm 増厚したもの(以下、OL-60)、比較用に増厚を施さないもの(以下、OL-0)で実施した。載荷試験方法は、1 点集中荷重(スパン 1800mm)とし、作用荷重をロードセル(容量 1000kN)により、供試体のたわみを高感度変位計(ストローク 100mm)により計測した。一方、押抜き供試体は $160 \times 1200 \times 1200\text{mm}$ の既設コンクリートを用いて、曲げ供試体と同様に表面処理および上面増厚後、 $100 \times 100\text{mm}$ の載荷板を用いた 1 点集中荷重(2 辺支持、スパン 1000mm)により載荷試験を行った。

3. 実験結果

図-2 は膨張性超速硬繊維補強コンクリートの圧縮強度試験結果を示したものである。図より、室内で、 20°C

表-1 配合表

TYPE	G_{\max} (mm)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)									
				W	C	NEX	S	G	SF	AE	SP	JS	MA
BASE	20	53.9	46.0	172	320	—	815	1005	—	3.20	—	—	—
OL ①	13	37.5	52.5	185	473	20	824	760	100	—	6.41	7.89	—
OL ②										—	3.45	3.45	0.0986

表-2 使用材料の特性

コンクリート	BASE ① 材齢144日	BASE ② 材齢172日	OL ① 材齢14日	OL ② 材齢14日	鉄筋	SD295A D16
圧縮強度 f_c (N/mm^2)	45.1	46.1	61.1	56.3	降伏強度 f_y (N/mm^2)	321
引張強度 f_t (N/mm^2)	3.12				引張強度 f_t (N/mm^2)	463
ヤング係数 E_c (kN/mm^2)	33.0	35.2	36.3	33.7	ヤング係数 E_s (kN/mm^2)	193

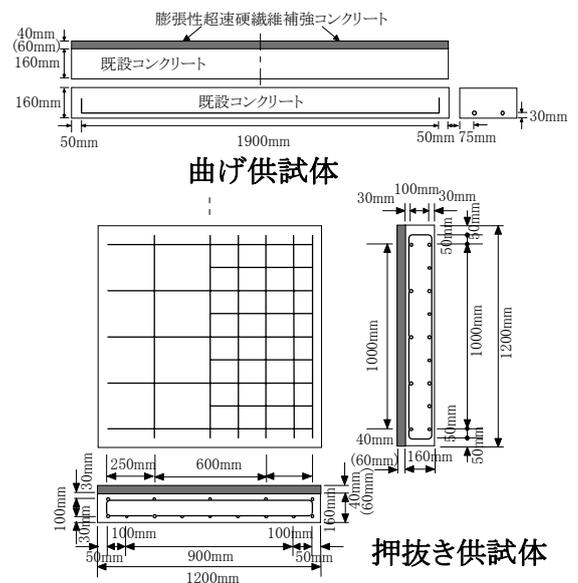


図-1 供試体形状と配筋図

一定封かん養生した供試体の圧縮強度は材齢 3 時間で要求強度 (24N/mm^2) を十分に満足する結果となったが、室外での 3 時間強度は、要求性能(24N/mm^2)を下回る結果となった。これは、冬期に室外で養生を行ったため、養生温度が平均約 7°C と低かったことが原因と考えられる。実際の現場でも冬期の夜間施工が多くなることが予想されるため、同様の外気温下でも所定の強度発現性が確保できるよう、給熱養生等の対策を採る必要があると思われる。なお、その後の強度は、材齢 7 日で 51.8N/mm^2 、材齢 14 日では 60.6N/mm^2 と増進しており、良好な強度発現性を示した。

図-3 は曲げ載荷試験で得られた荷重－変位関係を示したものである。図より、最大荷重に着目すると、OL-0 は 42.6kN 、増厚補強した OL-40 は 61.8kN 、OL-60 は 70.6kN となり、いずれも曲げひび割れ進展後、上縁コンクリートが圧壊し破壊に至る性状であった。増厚しない OL-0 の最大荷重に対し、OL-40 の最大荷重は 1.45 倍、OL-60 は 1.66 倍となり、本材料を用いて増厚補強することにより顕著な耐力改善効果が期待される結果となった。なお、増厚した場合も曲げひび割れは上縁に真直ぐ進展しており、新旧コンクリート界面での剥離はほとんど認められなかった。また、図より、破壊時の変位は OL-0(約 30mm)に比べ OL-40、OL-60 ともに増加しており(両者とも約 50mm)、増厚することによって変形性能も向上していると考えられる。以上のことから、既設床版に対する本コンクリートの増厚効果は、厚さ 40mm でも明らかに発揮される結果となった。図-4 は押抜き載荷試験で得られた荷重－変位関係を示したものである。図より、最大荷重に着目すると、OL-0 は 337kN 、増厚補強した OL-40 は 516kN 、OL-60 は 597kN となり、耐力比で比較すると OL-40 で 1.53 倍、OL-60 で 1.77 倍となり、本材料により増厚を行なうことで、押抜きせん断耐力についても顕著な改善効果が確認される結果となった。しかしながら最大荷重時の変位に着目すると、OL-0 が最も大きく、次に OL-40、OL-60 という結果になり、曲げ載荷試験結果とは異なり、増厚厚さを増すほど変形性能はむしろ低下する傾向を示した。

4. まとめ

本研究より、本材料を用いて増厚することにより RC 部材の耐荷性が顕著に向上するという結果が得られた。都市内高速道路では増厚厚さ 40mm という制限があるが、それでも曲げ耐力・押抜き耐力ともに無補強のものに比べ格段に向上することが確認されたことから、増厚による補強効果は十分であると判断される。

謝辞：本研究は(株)NIPPO コーポレーション、太平洋セメント(株)、小野田ケミコ(株)との共同研究の一環として行なわれたものである。ここに関係者に記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 番地成朋ほか：都市内高速道路への適用を考慮した床版上面増厚材料の硬化性状，東北支部技術研究発表会公演概要，pp756-757，2005

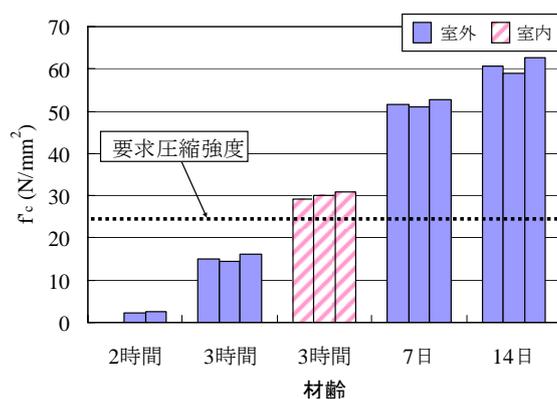


図-2 圧縮強度試験結果

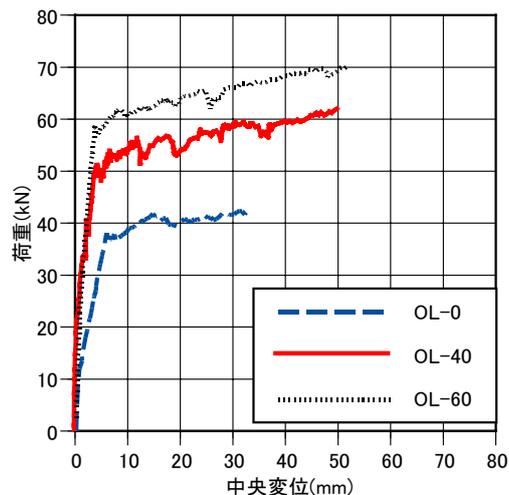


図-3 荷重－変位関係(曲げ)

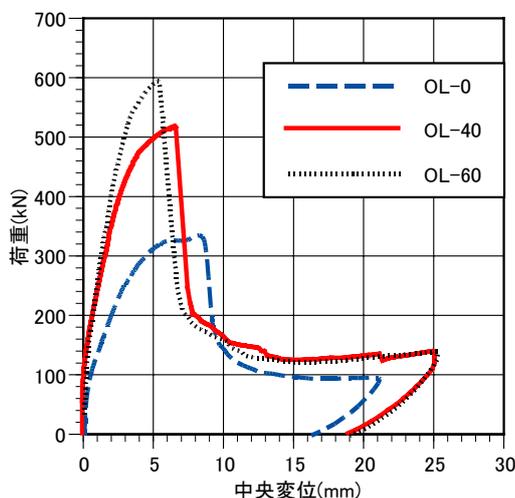


図-4 荷重－変位関係(押抜き)