

V-90

載荷試験による劣化スラブ補修効果に関する検討

東京ガス（株）

市川 廣

東亜建設工業

○ 正会員 田淵 博

はじめに

海上に設置され15年を経過した車道橋スラブ部材が塩害劣化被害に直面し、その劣化度は、当初に比べ残存鉄筋断面が60～80%程度になっている状況で、コンクリートかぶりの浮き、はく離が全面に広がっていた。現在、こうした劣化被害を受けたコンクリート構造物部材の維持・補修方法の確立が要望されており、特に補修における土木用新素材（樹脂、ポリマーセメント、繊維、ゴム等）の適正な使用方法の判断基準の確立が求められている。

こうした中で、塩害により劣化した部材にたいする載荷試験は、幾つか行われて来ているが、今回、我々は(1)塩害劣化したスラブの載荷特性を把握し、(2)これら劣化スラブの補修効果に関する基礎的知見（特に強度面からの）を得る事を目的として、載荷試験を行った。以下にその実験の概要について述べるものとする。

1. 試験方法

1.1.劣化スラブ供試体の製作

塩害を受けたため下面鉄筋が発錆し、かぶり部分（約30mm）がはく離したスラブ（幅4.1m長さ12m）を現場から回収し、架台上に設置し、表面舗装を除去した後各種の腐食状況調査を行った。

断面の補修は、塩分含有コンクリートを配力筋の裏側まではつき取り、鉄筋をサンドブラストし、簡易防錆処理を施した後、スラブ底面に型わく取り付け（E.P.C.、P.P.C.については同時に、骨材を詰めた。）補修材の充填・注入を行った。このスラブを所定寸法（幅1.0m長さ3.0m）に切断し、成型した。

劣化無補修スラブは、測定ゲージ貼付の関係から、一部はつたが、基本的には現状を保持し、支承部分のみエポキシ系パテ材にて支承受けを成型した。

実験ケースは、表-1に示す5種類である。

1.2.載荷方法

載荷は、図-1に示す載荷治具を用いて、輪荷重相当の面積（20cm×50cm）に中央点載荷し、その際支承部分の載荷による浮き上りを抑えるために浮き上がり防止治具をつけた。測定は、鉄筋ひずみ、コンクリートひずみスラブ変位、荷重、ひび割れおよびその進展状況などについて行った。

2. 試験結果

2.1.劣化スラブの載荷特性

劣化スラブの載荷試験から、図-2に示す荷重～変位曲線を得た。この図より(1)劣化スラブ、および補修スラブなど腐食鉄筋を使用した供試体では、新規鉄筋使用供試体に比べて降伏点が明瞭ではない。(2)E.P.C.補修スラブにおいてもひび割れ時の曲線低下に続く漸増傾向は、劣化スラブと同様である。(3)劣化スラブも補修スラブも最終荷重付近では曲線はほぼ同じ軌跡を示しているなどが解る。載荷試験の最大荷重付近の特性は主に鉄筋の劣化度に依存しているものと思われ、この点から図-3を見ると劣化鉄筋の上降伏点が消失していることが分かっ

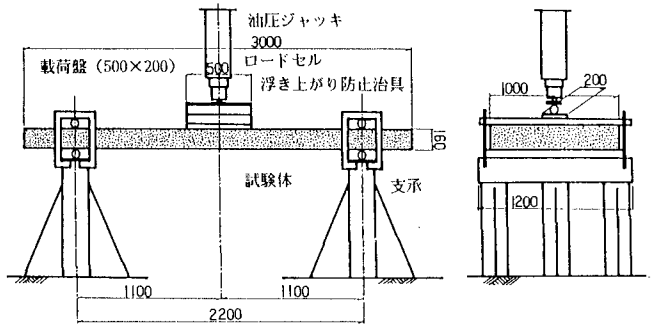


図-1 載荷試験装置概要

表-1 載荷試験ケース一覧表

ケース No.	供試体仕様（補修材種別）
A	新規製作スラブ
B	エポキシ系「レパック」コンクリート（P.P.C.）補修スラブ
C	エポキシ系「レパック」コンクリート（E.P.C.）補修スラブ
D	無収縮モルタル補修スラブ
E	劣化無補修スラブ

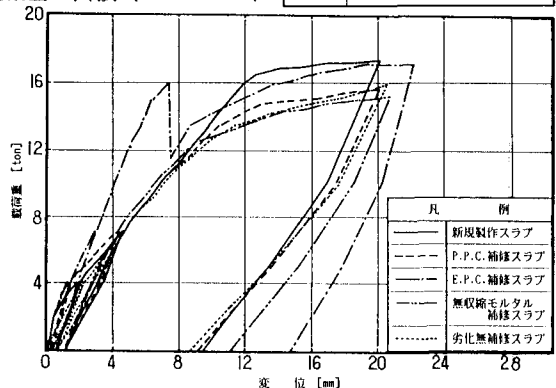


図-2 スラブの載荷試験結果（荷重～変位曲線）

表-2 鉄筋引張り試験結果

鉄筋種	P_y (kgf/m ² mm ²)	P_{max} (kgf/m ² mm ²)	伸び (%)	ヤング率 (kgf/m ² mm ²)
腐食鉄筋	35.6	53.5	18	1.77×10^4
新規鉄筋	37.8	55.3	20	1.93×10^4

た。鋼材の下降伏点の消失は、鋼材が一定レベルのひずみを伴う塑性加工を受けた場合等に生ずることが知られており今回の場合は劣化鉄筋の応力履歴や発錆に伴った膨張による変形やスラブ部材の荷重配分特性等が原因となっていると推測される。

2.2.補修効果の評価

補修材の性能として”何を期待するか”については、十分吟味されなければならないが、ここでは、その強度特性に注目すると、以下の事が分かった。

1)補強（耐力増加）効果

最終荷重付近でみると、補修材は劣化スラブの耐力増には何も貢献していない様に見える。特にE.P.C.補修材を除けば荷重～変位曲線は、ほぼ重なっている。

しかし、表-3に示す試験結果を見ると、鉄筋降伏点によるスラブの降伏荷重では無収縮モルタルを除いて、補修材による強度増加がうかがえる。この事を設計荷重レベル（輪荷重5.6 Ton 付近）でみると、劣化無補修スラブに比べて明らかに補修効果が現れており、撓み特性は、いずれも弾性 FEM計算によって求めた計算値に近い値を示した。以上から、補修材による曲げ剛性の改善効果が、弾性範囲では十分期待出来ると思われる。

2)ひび割れ特性

供試体スラブのひび割れ性状は、E.P.C.補修の場合を除くと図-5に示したように、P.P.C.補修の場合が相対的にひび割れ本数も少なく、荷重増加時に発生する軸方向ひび割れもなく、輪荷重の範囲では、ひび割れ幅も0.1mm以下であった。

3. まとめ

実験の結果から、今回対象としたスラブ部材の範囲では、現在使用されている補修材にたいして(1)設計荷重レベルでの曲げ剛性改善に効果が期待できる。(2)終局耐力増強としての性能を補修材に求めるのは適切とは言えず、また、その必要もない。(3)今回の実験からは、E.P.C.およびP.P.C.が補修材として相対的によい結果を示した。などが言える。

今回の実験的検討は主に補修材の強度特性を中心に行われたが、本来防食・補修システムの中で補修材としての防食性能、劣化・疲労特性についての検討も併せて進めるべきで、現在、疲労試験については実施中である。また、補修材に要求される防食性能についても塗膜との併用も含む総合的システムとして評価されるべきと思われる。

【参考文献】

日本鋼構造協会”塑性加工を受けた鋼材の機械的性質”，JSSC Vol.6 No.53,1970

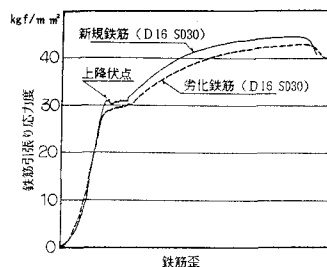


図-2 鉄筋引張り試験結果

表-3 載荷試験結果一覧表

ケース No.	補修材 種類	荷重～変位曲線 からの降伏荷重 P_{y0} ton	載荷試験時 の最大荷重 P_{max} ton	鉄筋降伏点から の降伏荷重 P_y ton	鉄筋降伏時 の歪量 ϵ_y μ	測定点の鉄筋 断面残存率 %
A	新規	16.5	17.4	15.9	2000	100
B	P.P.C.	14.8	15.7	13.5	1700	90.5
C	E.P.C.	(16.0)	17.1	15.5	1030	76.7
D	無収縮 モルタル	12.6	15.3	10.9	1600	62.3
E	劣化	13.0	16.0	10.5	1460	87.6

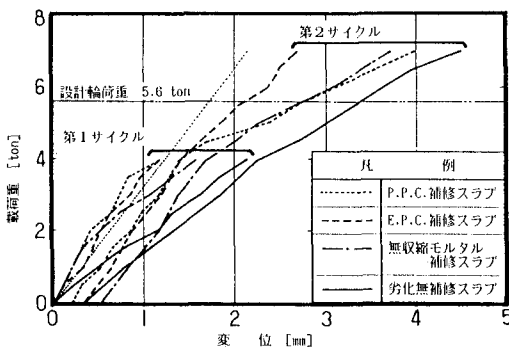


図-4 設計荷重レベルでの荷重～変位曲線

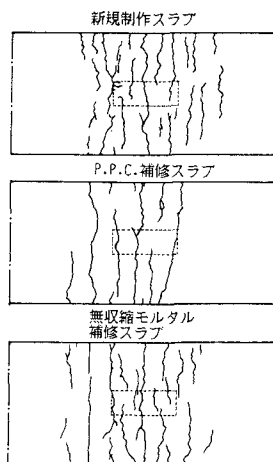


図-5 ひび割れ状況 (6 Ton載荷後)