

東洋大学 工学部 正会員 岩崎訓明
東洋大学 工学部 正会員 ○坂本信義

1. ま え が き

近年、海辺あるいは海中に施工される鉄筋コンクリート土木構造物が急増しているすう勢に加えて、海産骨材の使用が多くなっている実情にあり、構造物中の鉄筋は部材の内外から塩化物の侵食作用を受ける状態におかれ、その腐食に対する危険性が問題となってくる。このような状況に対処するため、土木学会では亜鉛めっきに関する指針案を制定し、その防食効果を部材の設計、施工条件等へ一部反映させている。

本研究は、亜鉛めっき鉄筋の耐食性について、安全かつ合理的な使用方法を確立することを究極の目的とするものであるが、ここでは、鉄筋素材及びひび割れ入り鉄筋コンクリート供試体について行なった塩水噴霧による促進試験の結果を報告する。

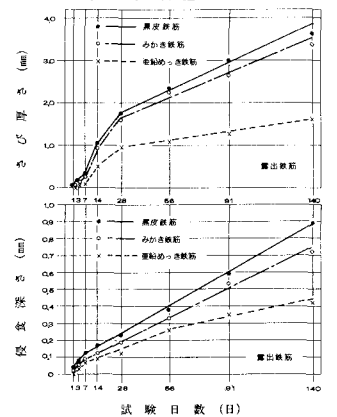
2. 鉄筋素材の腐食性状

鉄筋素材の腐食試験は、塩水噴霧試験機（JIS Z 2371）を用いて行ない、試験槽内の温度は過酷な環境条件を想定し50℃とした。試験に用いた鉄筋はφ-16であって、その長さは8cmとし、黒皮鉄筋、みがき鉄筋、亜鉛めっき鉄筋の3種類を用いた。試験材は、所定の試験日数に達するまで試験槽内に静置し、試験終了後腐食生成物の厚さ、侵食深さ、その他を測定した。その測定方法は次のとおりである。腐食生成物の厚さは4断面、各2方向について測定した鉄筋直径の腐食前後における差から求め、侵食深さは同様にしてさびを除去した後の平均直径を測定して求めた。なお、鉄筋直径の計測には1/1000mmのマикроメーターを用いた。

図-1は鉄筋の試験日数とさび厚さ及び侵食深さの関係を表わしたものであって、①黒皮鉄筋とみがき鉄筋はさびの発生が亜鉛めっき鉄筋より早い、②試験日数が経過するにしたがって、亜鉛めっき鉄筋の腐食生成物と黒皮、みがき鉄筋のさび厚さの差は大きくなっているが、これらの比は試験日数が140日までの範囲では約1/2にはほぼ一定している。③侵食深さについてもさび厚さとほぼ同様であるが、さび厚さの場合よりも亜鉛めっき鉄筋と黒皮鉄筋との差が少ない、などのことがわかる。

なお、試験日数91日及び140日においては腐食生成物が著しく隆起した部分や、たれを生じている部分もみられた。

図-1 露出した鉄筋の試験日数がさび厚さ、侵食深さに及ぼす影響



3. コンクリート中に埋込んだ鉄筋の腐食性状

コンクリート中に鉄筋を埋込んだ試験体についても鉄筋素材の場合と同様の試験条件で塩水噴霧試験を行なった。試験体は図-2に示したように断面の中心にφ-16鉄筋1本を埋込んだ3.6×3.6×12.5cmのコンクリート柱状体であって、中央断面の全断面にわたる人工的なスリットを入れたものである。スリット幅は、0.1, 0.3, 0.5, 1.0mmの4種類とし、かぶり厚さは1.0cmに一定とした。コンクリートの配合は表-1に示す。

腐食の測定は、塩水噴霧後コンクリートを割って取出した鉄筋について行ない、スリット部分における腐食生成物の厚さと侵食深さ、スリット部分から埋込み部分へ

図-2 実験に用いた試験体

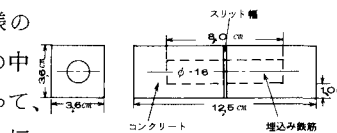


表-1. 実験に使用したコンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg)
10	6 ± 1	75	47	188

の腐食の進入深さを求めた。なお、さびの進入深さはさび面積を鉄筋周長で割って求めた。試験は同一条件の2個の試験体について行ない、その平均値をとって実験値とした。ひび割れ幅 0.3 mmと一定にしたコンクリート試験体のさび厚さと埋込み部分の鉄筋へのさび進入深さ、侵食深さについて示したのが図-3.である。スリット部におけるさび厚さ及び埋込み部への進入深さは黒皮、みがき鉄筋よりも、亜鉛めっき鉄筋の方が大きく、試験日数91日から140日で、約2～2.5倍になっている。しかし、このような場合でも侵食深さは亜鉛めっき鉄筋の方が小さく、亜鉛めっきによって侵食の進行が緩和されている。このことは特に母材の侵食開始時期に顕著に現われており、他の2種類の鉄筋と比べて約3倍の試験日数を要している。また、侵食深さの値も約1/2となっていて黒皮、みがき鉄筋に比較して亜鉛めっき鉄筋の耐食性の有利性が認められる。

図-4. は、スリット部から埋込み部へのさびの進入と鉄筋素地の侵食とについて各試験日間における平均進行速度 (mm/日) を求め、試験日数との関連を図に表わしたものである。これによると黒皮鉄筋の場合には、さびの進入速度、鉄筋素地の侵食速度とも腐食の初期に大きくその後減少しているが、亜鉛めっき鉄筋の場合にはさびの進入速度は試験日数によって大きく変化せず概略 0.2 (mm/日) 程度の値で推移している。

また、亜鉛めっき鉄筋における鉄筋素地の侵食は黒皮鉄筋よりかなり遅れて試験日数56日以後に起っており、侵食速度は試験日数91日～140日の間の値だけしか得られなかったが、この値が同じ試験期間における黒皮鉄筋の侵食速度と等しくなっていることから、亜鉛めっき鉄筋の場合には、めっき皮膜によって鉄筋素地の腐食開始が相当に遅らされるが、鉄筋素地の侵食が始まった後の腐食の進行速度は黒皮鉄筋に比較して必ずしも小さくはないと思われる。

つぎに、図-5. は、かぶりコンクリートのひびわれ幅がさび進入深さと鉄筋の侵食深さに及ぼす影響を試験日数140日の場合について示したもので、亜鉛めっき鉄筋の場合も黒皮鉄筋の場合もひび割れ幅が大きいほどさび進入深さ、侵食深さが大きくなっている。

しかし、さび進入深さが亜鉛めっき鉄筋の場合に黒皮鉄筋の約2～3倍であり、鉄筋素地の侵食深さが1/3～1/2とであることは、ひびわれ幅の大小にあまり関係がないようである。

また、ひびわれ幅が 1.0 mm とかなり大きい場合でも、コンクリート中に埋込んだ鉄筋の侵食深さは露出鉄筋より小さく亜鉛めっき鉄筋でも黒皮鉄筋でも約 1/3 となっていて、コンクリートの防食効果が現われている。

4. む す び

ここに述べた試験の範囲では、亜鉛めっき鉄筋の塩化物に対する耐食上の有利性が認められるが、さらに長期間腐食作用を受けた場合については、塩水噴霧試験及び高温塩水中への繰返し浸漬試験による実験を継続中である。本研究に対して、昭和55年度文部省科学研究費補助金（一般研究C）の交付を受けたことを申し添え謝意を表します。

図-3 試験日数とさび厚さ、進入深さ及び侵食深さの関係

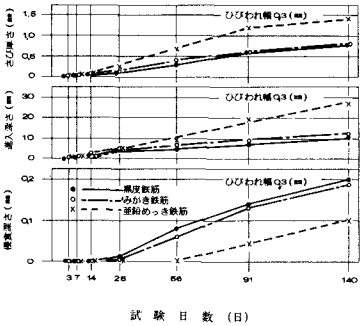


図-4 腐食進行速度の経時変化

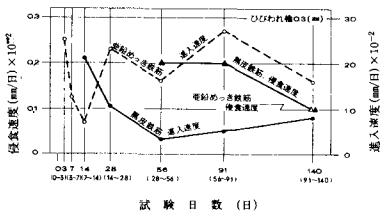


図-5 ひびわれ幅と侵食深さ及び進入深さの関係

